

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы			
<b>Разработка технологического процесса изготовления втулки</b>			
УДК 621.882.395.002			
Студент			
Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Тургунов Мухаммаджон Мухитдин угли		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	К.Т.Н		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	К. Т. Н.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_

(Подпись)

\_\_\_\_\_

(Дата)

Ефременков Е. А.

(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**  
В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Л41	Тургунову Мухаммаджону Мухитдин угли

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления втулки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.05.2019 №4216/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2019г
--	-------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска детали втулка</p>
---	---

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Определение типа производства, составление маршрута технологических операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, сборочный чертеж приспособления
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Коротков Владимир Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Немцова Ольга Александровна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.12.2018г
--	-------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	к.т.н.		03.12.2018г

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Тургунов Мухаммаджон Мухитдин угли		03.12.2018г

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Тургунову Мухаммаджону Мухитдин угли

Школа	Инженерная школа энергетики	Отделение школы (НОЦ)	Электронная инженерия
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость затрат технического проекта (ТП): материально-технических, энергетических, финансовых и информационных	"Положению об оплате труда ТПУ". Приказ 25.05.2016 №5994.
2. Продолжительность выполнения ТП	По приблизительной оценке, продолжительность ТП составляет 87 рабочих дня.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка потенциала и перспективности реализации технического проекта (ТП) с позиции ресурсоэффективности	Потенциал и перспективность реализации ТП оценивается проведением SWOT-анализа, а ресурсоэффективность ТП с помощью интегральной оценки ресурсоэффективности.
2. Планирование графика работ по реализации ТП	При использовании графика работ по реализации ТП используется оценка трудоёмкости работ для каждого исполнителя. По полученным данным составляется ленточная диаграмма Ганта.
3. Составление сметы ТП	При составлении сметы ТП используется следующая группировка затрат по статьям; - материальные затраты - полная заработная плата исполнителей - отчисления во внебюджетные страховые фонды - накладные расходы

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Диаграмма Ганта
--------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.02.2019г
--	-------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, отделение социально-гуманитарных наук	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н., доцент		25.02.2019г

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Тургунов Мухаммаджон Мухитдин угли		25.02.2019г

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л41	Тургунову Мухаммаджону Мухитдин угли

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавр</b>	<b>Направление специальность</b>	<u>15.03.01</u> <u>«Машиностроение»</u>

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	1. Целью данной работы является создание модели технологического бюро и находящееся в нем оборудование 2. Описание рабочего места на предмет возникновения – опасных и вредных проявлений факторов производственной среды
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> -специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; -организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018) – ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. – ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». –ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– Недостаточная освещенность рабочей зоны – Отсутствие или недостаток естественного света – Повышенный уровень вибрации – Повышенный уровень шума на рабочем месте – Повышенный уровень электромагнитных излучений – Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования – Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	– Рассеивание газовых примесей в атмосфере – Защита вод от загрязнения – Антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	– техногенные; природные; биолого-социальные; – наиболее типичные: техногенные

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	18.03.2019г
---	-------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент (ООД, ШБИП)	Немцова Ольга Александровна			18.03.2019г

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л41	Тургунов Мухаммаджон Мухитдин угли		18.03.2019г

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 частей, изложенных на 109 страницах, на которых размещены 8 рисунков и 22 таблиц, 14 использованных источников.

Ключевые слова: мощность, втулка, допуск, припуск, технологический процесс.

Объектом исследования является деталь втулка и технологический процесс ее изготовления.

Цель работы: закрепление навыков проектирование технологического процесса изготовления детали, на универсальном отечественном оборудовании, а так же закрепление навыков конструирования приспособления для сверлильной операции. В ходе ВКР использовался метод полной взаимозаменяемости при размерном анализе технологического процесса.

В результате выполнения работы разработан техпроцесс изготовления крышка на станках и спроектировано приспособление для сверлильной операции.

Область применения: машиностроение.

## Оглавление

Введение.....	10
1 Технологическая часть .....	11
1.1 Исходные данные.....	11
1.2 Анализ технологичности детали.....	12
1.3 Определение типа производства.....	12
1.4 Выбор исходной заготовки.....	13
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления втулки.....	14
1.6 Построение размерной схемы и граф технологических цепей.....	23
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров.....	24
1.7.1 Допуски на конструкторские размеры.....	24
1.7.2 Расчет допусков на технологические размеры .....	25
1.7.2.1 Определение допусков на осевые технологические размеры.....	25
1.7.2.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры.....	26
1.7.2.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	26
1.8 Выбор средств технологического оснащения.....	32
1.9 Расчет режимов резания.....	37
1.9.1 Операция 1: токарная операция.....	37
1.9.2 Операция 2: токарная операция.....	44
1.9.3 Операция 3: фрезерная операция.....	51
1.9.4 Операция 4: сверлильная операция.....	53
1.10 Расчет времени.....	55
2 Конструкторская часть .....	62
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.....	62
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка .....	63
2.3 Описание конструкции и работы приспособления.....	65
2.3.1 Определение необходимой силы зажима.....	65
2.4 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров.....	66

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	67
3.1 SWOT-анализ технологического процесса изготовления втулки.....	67
3.2 Организация работ технического проекта.....	70
3.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования.....	70
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения ТП.....	72
3.2.3 Разработка графика проведения технического проекта.....	74
3.3 Составление сметы затрат на разработку ТП.....	76
3.3.1 Расчет материальных затрат.....	76
3.3.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы.....	77
3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	79
3.3.4 Накладные расходы.....	79
3.3.5 Формирование сметы затрат технического проекта.....	80
3.4 Определение ресурсоэффективности проекта.....	81
4 Социальная ответственность .....	83
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	83
4.2 Производственная безопасность .....	86
4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов при разработке технологии изготовления детали "Втулка".....	87
4.2.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	87
4.2.1.2 Повышенный уровень вибрации.....	89
4.2.1.3 Повышенный уровень шума.....	90
4.2.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	92
4.2.1.5 Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производ- ственного оборудования, вращающиеся заготовки.....	93
4.2.1.6 Поражение электрическим током.....	93
4.2.1.7 Защитное заземление.....	95
4.2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных факторов.....	96
4.3 Экологическая безопасность.....	100
4.3.1. Защита атмосферы.....	100



4.3.2. Защита гидросферы.....	101
4.3.3 Защита литосферы.....	104
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	107
4.4.1. Пожарная безопасность.....	110
Заключение .....	112
Список использованных источников .....	113

## **Введение**

Продукция машиностроительная востребована во всех отраслях промышленности. Машины и механизмы используются в различных химических технологиях, промышленном производстве, металлургии, строительстве и т.д. Для создания машин и механизмов необходимо разрабатывать современные технологические процессы изготовления деталей. В данной ВКР разработан технологический процесс изготовления втулки в условиях мелкосерийного производства.

ВКР состоит из четырех частей: технологической; конструкторской; финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения; социальной ответственности.

В технологической части разработан маршрут изготовления детали, произведен расчет припусков на обработку, выбрано оборудование, измерительный и режущий инструмент.

В конструкторской части разработано специальное приспособление для сверлильной операции. Рассчитаны силы резания и усилие зажима заготовки в приспособлении.

В разделе финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения рассчитано стоимость ресурсов для изготовления детали типа «втулка». Нормы и нормативы расходования ресурсов. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования. Расчет себестоимости изготовления детали типа «втулка» и расчет цены детали типа «втулка» с НДС.

В части социальной ответственности разработана производственная безопасность. Проведен анализ выявленных опасных и вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

## 1.1 Исходные данные

## Разработать технологический процесс изготовления детали втулка

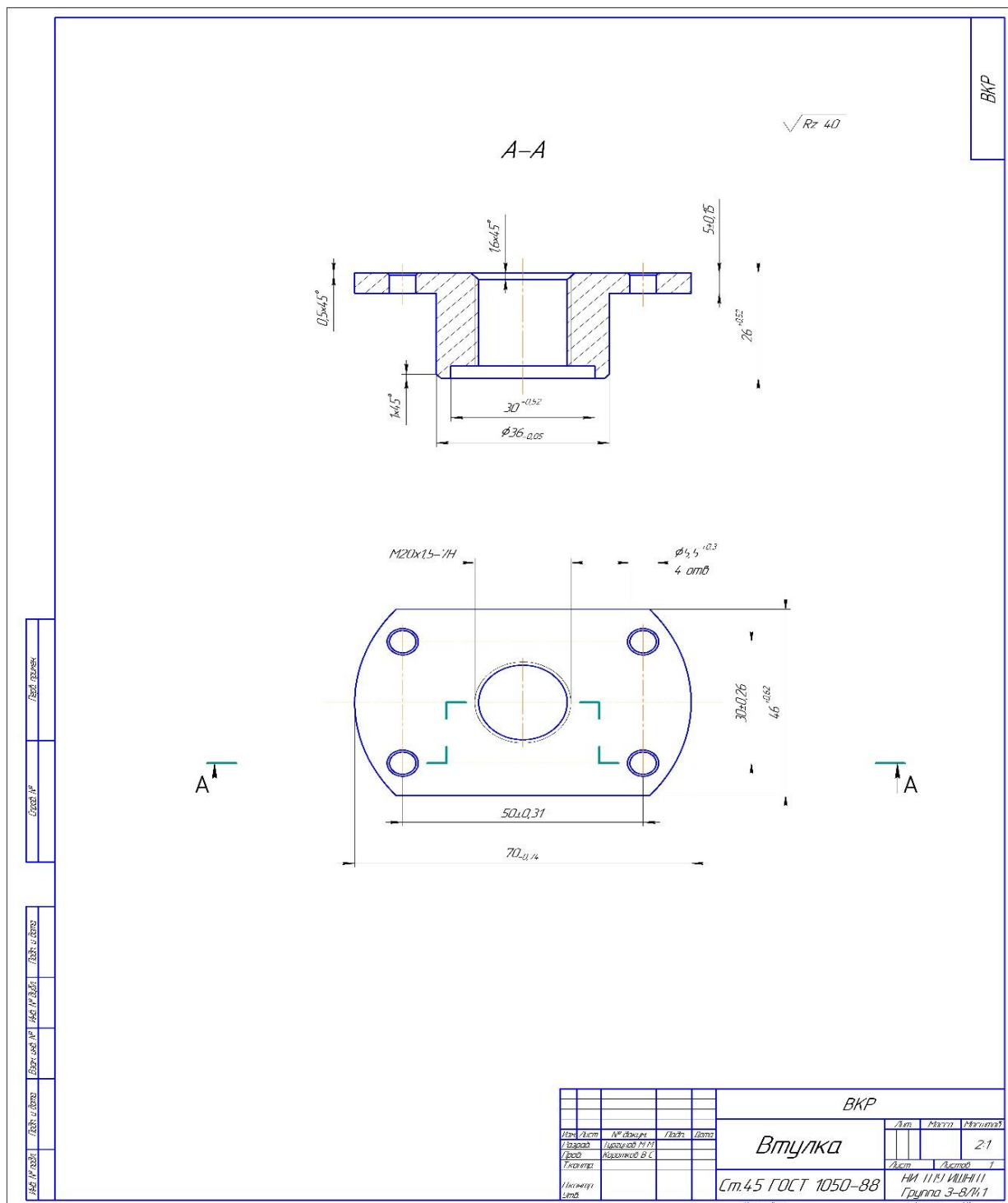


Рисунок 1 — Чертеж детали.

Годовая программа выпуска: 1500 штук.

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь втулка представляет собой тело вращения, имеет две лыски. Деталь имеет совокупность поверхностей: наружная поверхность  $\varnothing 36^{-0,05}$ , 4 сквозных отверстий  $\varnothing 5,5^{+0,3}$ , отверстие  $\varnothing 18,43^{+0,3}$  с резьбой на М20х1,5-7Н. Это позволяет считать деталь технологической. Деталь изготовлена из материала Ст.45 которая хорошо обрабатывается резанием. Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, что позволяет применять при обработки универсальное оборудование.

## 1.3 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций.

Формула коэффициента закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_b}{T_{cp}}, \quad (1)$$

Где  $t_b$  – такт выпуска детали, мин;

$T_{cp}$  – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_b = \frac{F_r}{N_r}, \quad (2)$$

Где  $F_r$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин;

$N_r$  – годовая программа выпуска деталей;

Рабочие дни в 2019 году: 247 дней;

Продолжительность смены: 7,5 ч;

Режим смены: 2-х сменная;

$$F_r = 247 \cdot 7,5 \cdot 2 = 3705 \text{ ч.}$$

Тогда:

$$t_{\text{в}} = \frac{3705 \cdot 60}{1500} = 148,2 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к}}}{n}, \quad (3)$$

Где  $T_{\text{ш.к } i}$  – штучно-калькуляционное время  $i$  – ой основной операции, мин;  
 $n$  – количество основных операций.

Количество основных операций – 5 ( $n=5$ )

1. Токарная
2. Токарная
3. Токарная
4. Фрезерная
5. Сверлильная

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к}}}{n}, \quad (4)$$

$$T_{\text{ср}} = \frac{2,96 + 4,59 + 5,56 + 7,27 + 1,59}{5} = 4,4 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1)

$$K_{\text{з.о.}} = \frac{148,2}{4,4} = 33,68.$$

Из таблицы [2, с. 49 ] принимаем тип производство:

– Мелкосерийное производство –  $20 < 33,68 \leq 40$ .

#### 1.4 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала, габаритов, массы детали, типа производства выбираем заготовку со следующими параметрами:

Материал детали: Сталь 45 ГОСТ 1050–88.

Вид заготовки: прокат

Диаметр: 70 мм

Длина исходной заготовки: 2000 мм

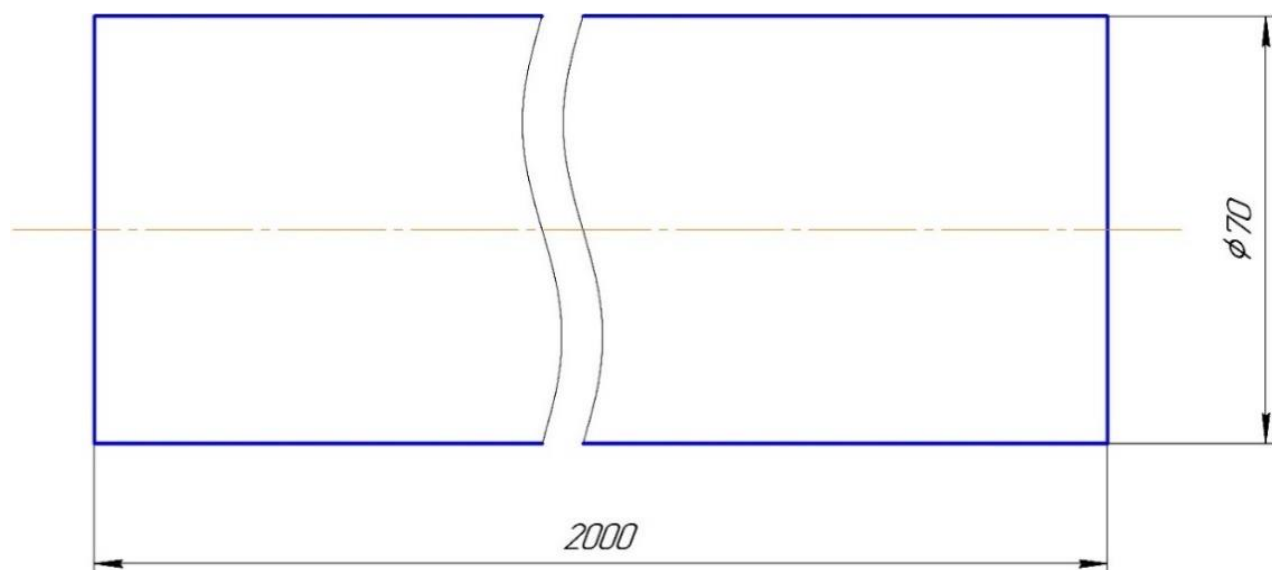


Рисунок 2 – Эскиз заготовки.

Химический состав стали 45 ГОСТ 1050-88 приведен в таблице 1

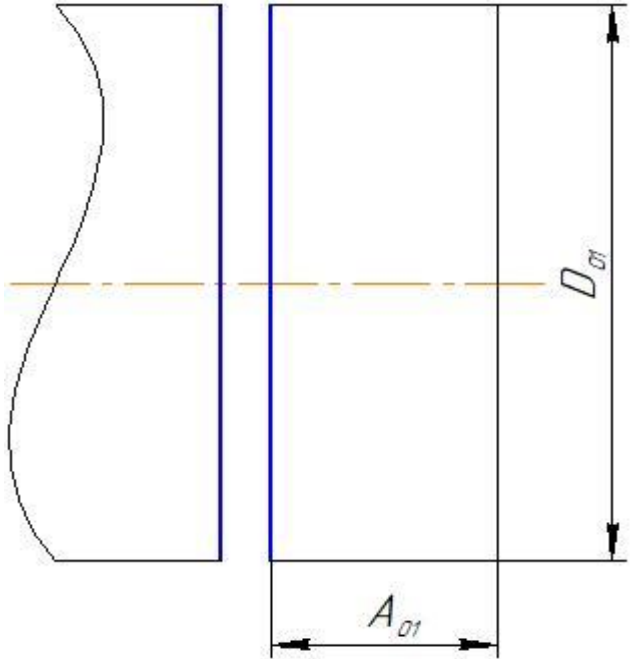

Таблица 1 – Химический состав стали 45 ГОСТ 1050-88

Железо (Fe)	до 97%
Углерод (C)	от 0,42 до 0,5%
Кремний (Si)	от 0,17 до 0,37%
Хром (Cr)	до 0,25%
Марганец (Mn)	0,5 - 0,8%
Никель (Ni)	до 0,25%
Медь (Cu)	до 0,25%
Фосфор (P)	до 0,035%
Сера (S)	до 0,04%
Мышьяк (As)	0,08%

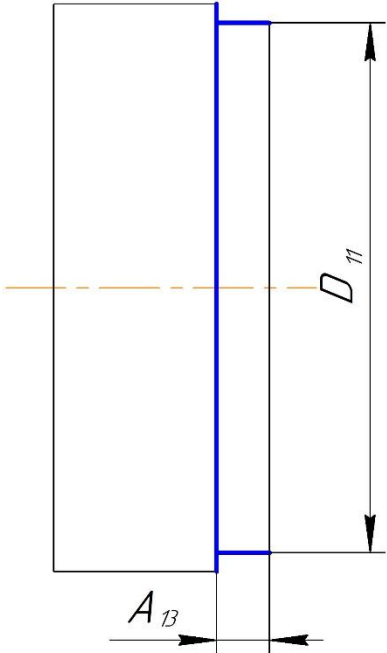
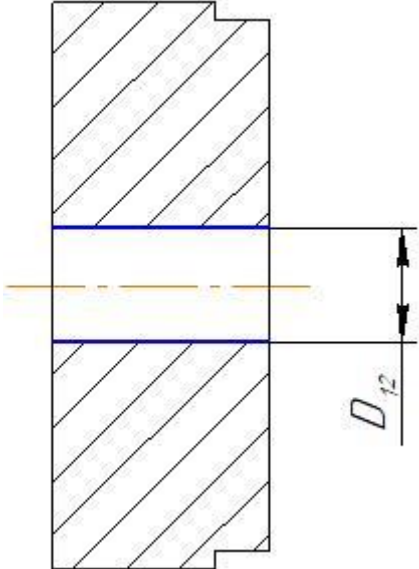
### 1.5 Разработка маршрута технологии изготовления втулки

Маршрут технологии изготовления детали приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Маршрут технологии изготовления детали

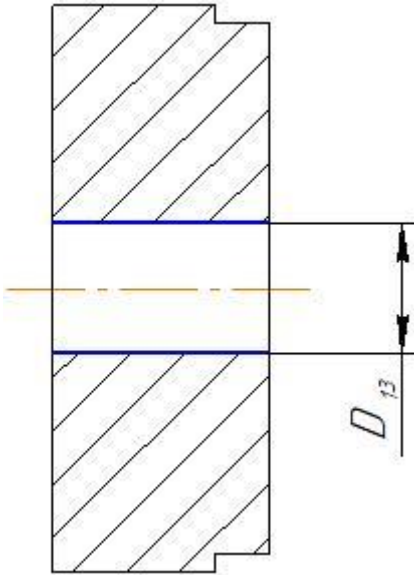
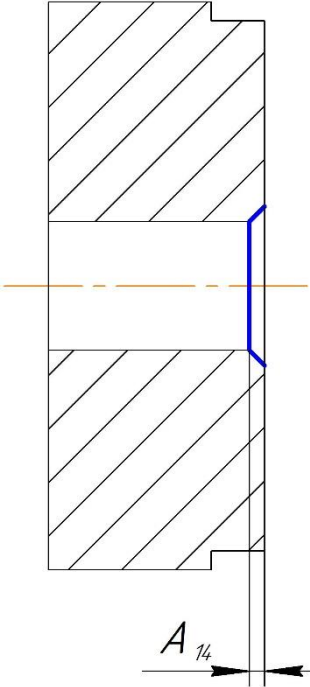
номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз операций
Операции	Переходы		
0	A	<b><u>Заготовительная</u></b>	
1	A	<b><u>Токарная</u></b>	
1	1	Подрезать торец выдерживая размер A 12	

Продолжение таблицы 2

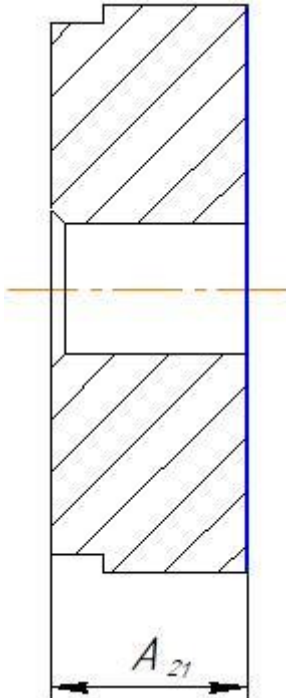
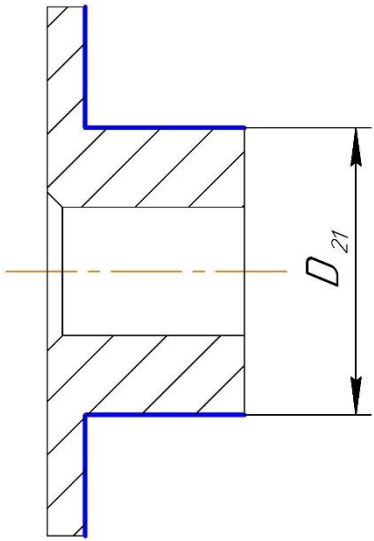
	<p>2 Точить поверхность выдерживая Размеры D 11, A 13</p>	
	<p>3 Сверлить отверстие выдерживая размер D 12</p>	



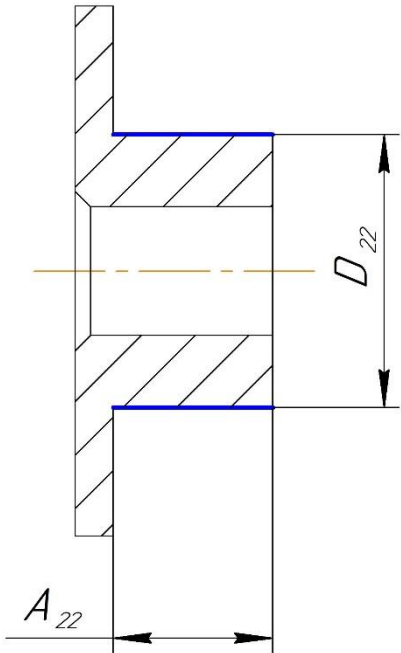
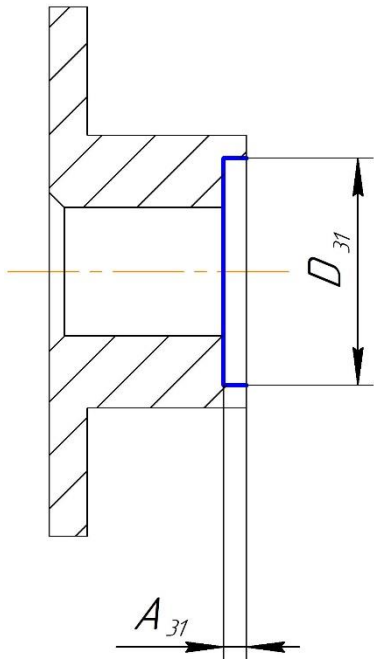
Продолжение таблицы 2

	<p>4 Расточить отверстие выдерживая размер D 13</p>	
	<p>5 Точить фаску выдерживая размер A 14</p>	

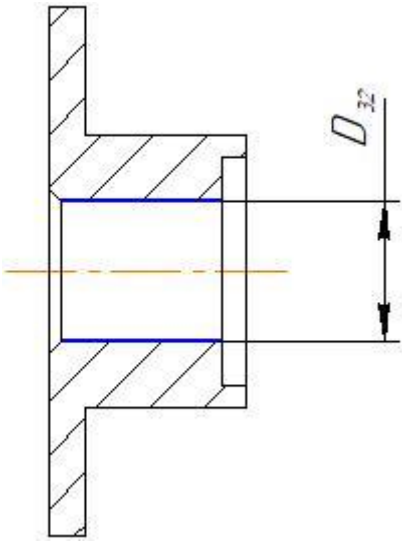
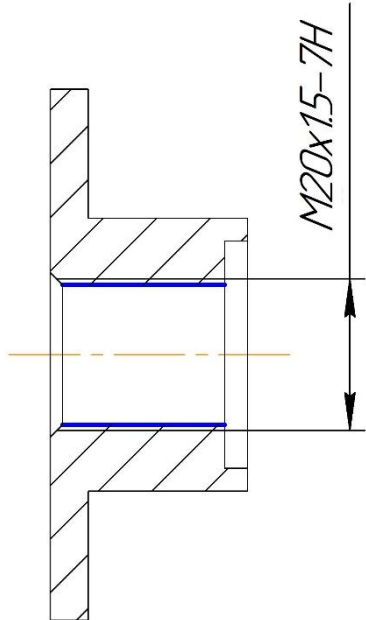
Продолжение таблицы 2

2	А	<p><b><u>Токарная</u></b></p> <p>1 Подрезать торец выдерживая размер А 21</p>	
	2	<p>Точить поверхность выдерживая размер D 21</p>	

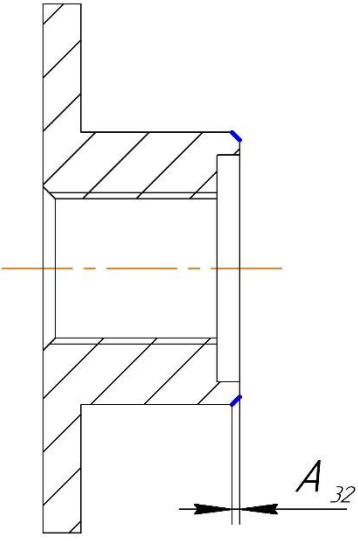
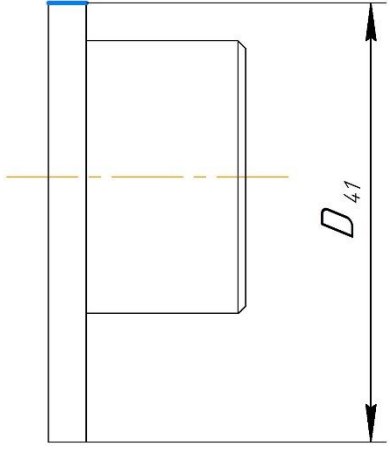
Продолжение таблицы 2

	<p>3 Точить поверхность выдерживая размер D 22</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a stepped shaft. The upper part has a larger diameter, and the lower part has a smaller diameter. A horizontal dashed line represents the axis of symmetry. The dimension <math>D_{22}</math> is indicated by a vertical double-headed arrow on the right, spanning the length of the lower step. The dimension <math>A_{22}</math> is indicated by a horizontal double-headed arrow at the bottom, spanning the length of the lower step. The grinding operation is shown as a blue line on the outer surface of the lower step.</p>
	<p>4 Расточить отверстие выдерживая размер D31</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a stepped shaft, similar to the one above. A horizontal dashed line represents the axis of symmetry. The dimension <math>D_{31}</math> is indicated by a vertical double-headed arrow on the right, spanning the length of the lower step. The dimension <math>A_{31}</math> is indicated by a horizontal double-headed arrow at the bottom, spanning the length of the lower step. The reaming operation is shown as a blue line on the inner surface of the lower step.</p>

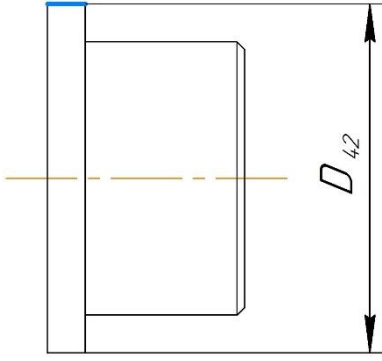
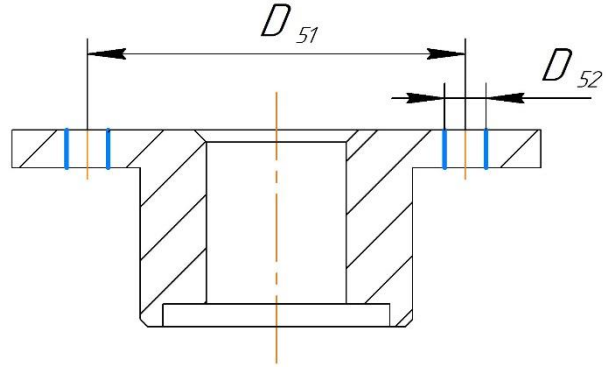
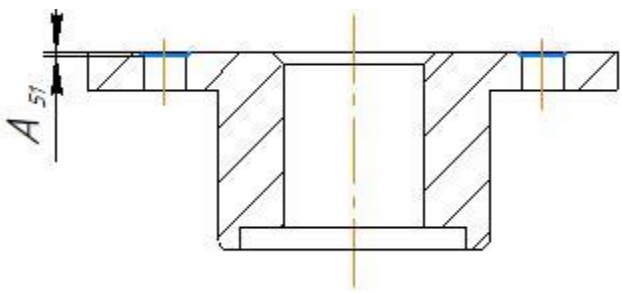
Продолжение таблицы 2

	5	Расточить отверстие выдерживая размер D 32	
	6	Нарезать резьбу на M20x1.5-7H	

Продолжение таблицы 2

	7	Точить фаску выдерживая размер A 32	
3	A	<b><u>Фрезерная</u></b>  1 Фрезеровать лыску выдерживая размер D 41	

Продолжение таблицы 2

	2	Фрезеровать лыску выдерживая размер D 42	
	4	<b><u>Сверлильная</u></b>	
	1	Сверлить отверстие выдерживая размеры D 51 и D 52	
	2	Зенковать фаску выдерживая размеры A 51	

## 1.6 Построение размерной схемы и граф технологических цепей

Размерная схема изготовления детали представляет собой совокупность конструкторских и технологических размерных цепей. Конечными звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, которые взяты с чертежа. Кроме конечных звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, возникающих на всех переходах и операциях при обработки детали [2, с. 13].

На основании маршрута изготовления втулки, проектируется расчётная схема (представлена на рисунке 3), которая содержит все осевые технологические, конструкторские размеры и припуски на обработку, проверка которых будет производиться по ходу данной работы.

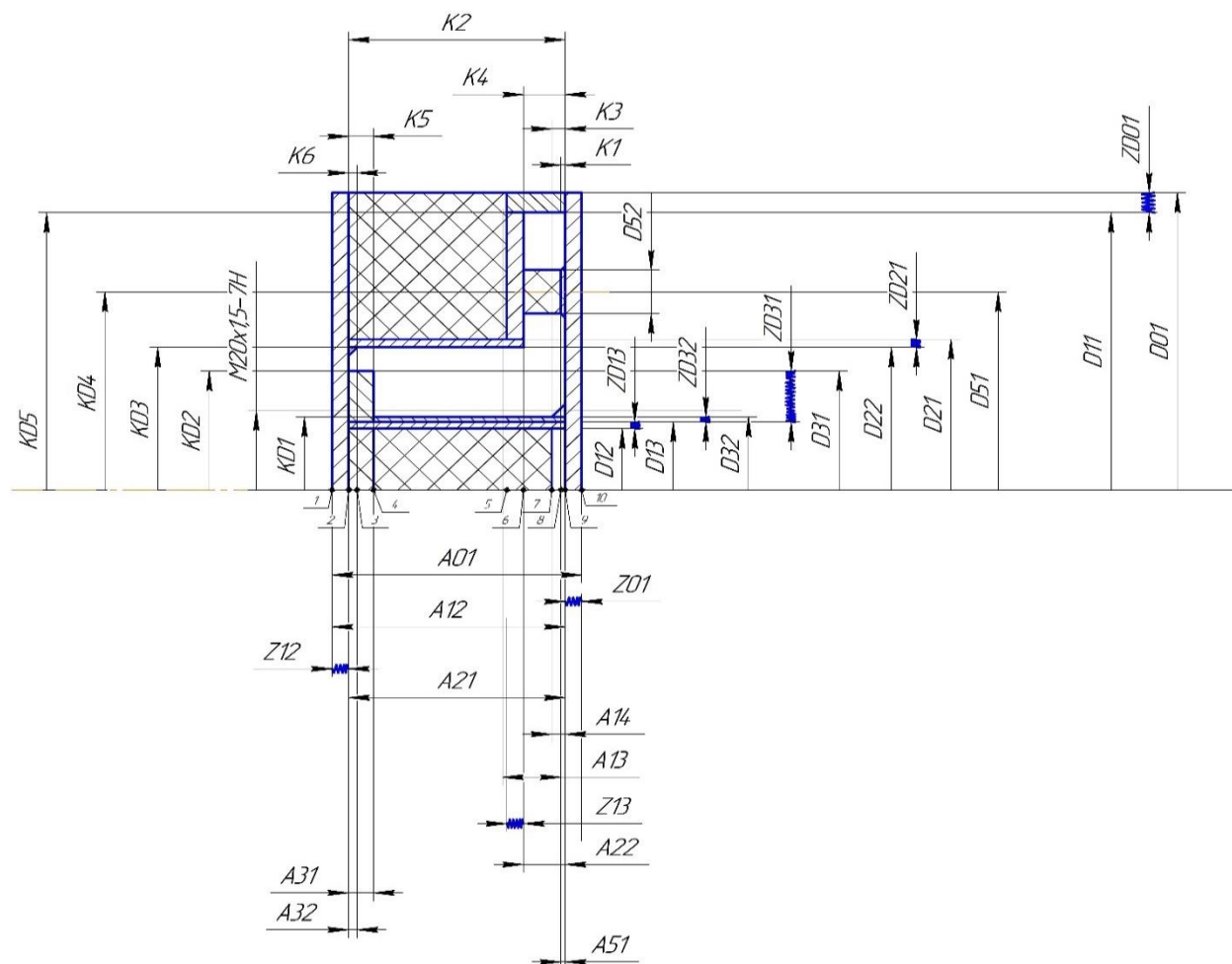


Рисунок 3 – Размерная схема технологического процесса

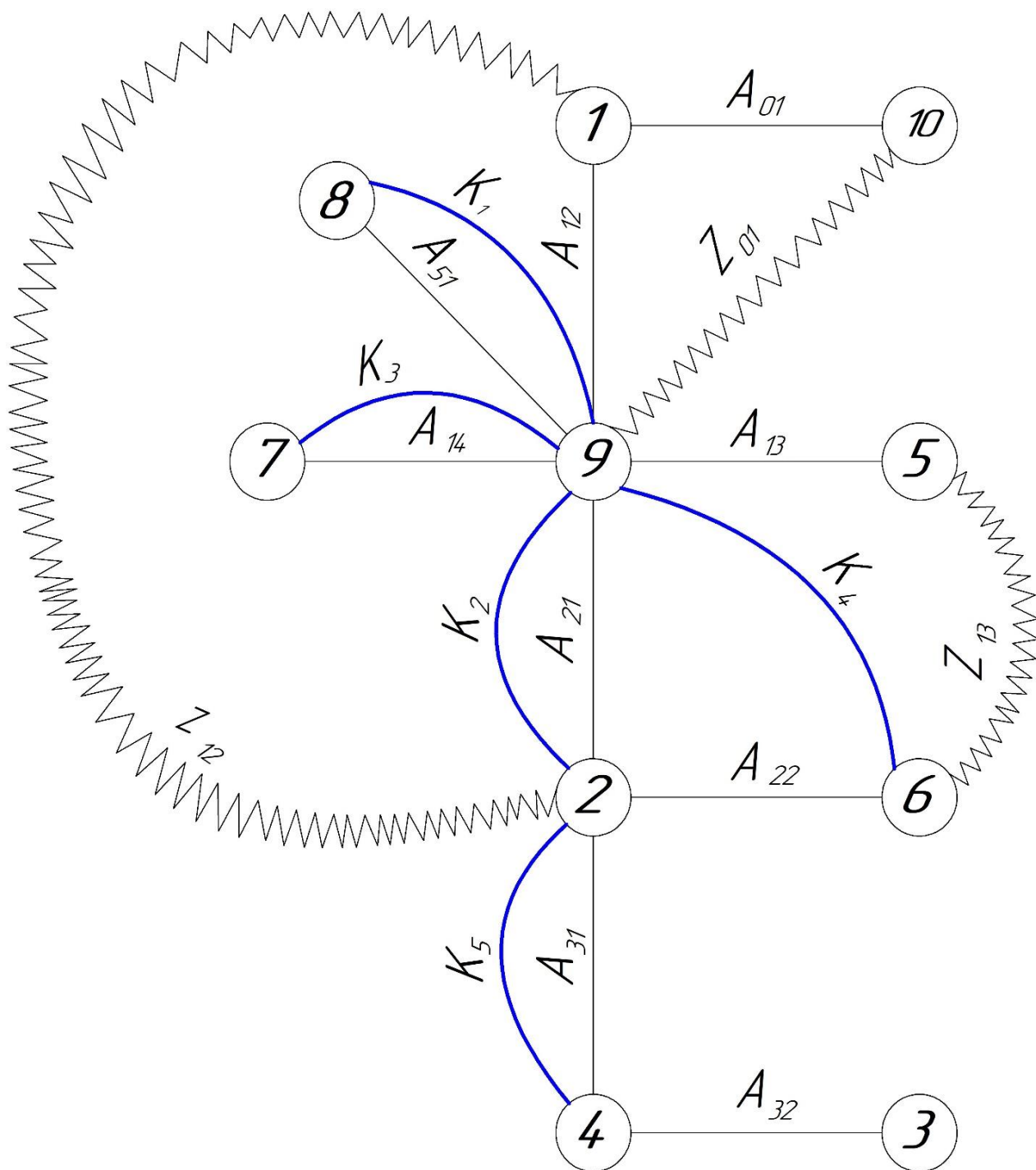


Рисунок 4 – Граф технологических размерных цепей.

## 1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

### 1.7.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

Размер. Допуск.  $0,5 \pm 0,05$ ;  $TK1 = 0,1$  мм;



Размер Допуск.  $26 + 0,52$ ;  $TK2 = 0,52$  мм;  
 Размер Допуск.  $1,6 \pm 0,125$ ;  $TK3 = 0,25$  мм;  
 Размер. Допуск.  $5+0,3$ ;  $TK4 = 0,3$  мм;  
 Размер Допуск.  $3+ 0,3$ ;  $TK5 = 0,3$  мм;  
 Размер. Допуск.  $1 \pm 0,125$ ;  $TK6 = 0,25$  мм;  
 Размер. Допуск.  $TK1 D = (18,43)^{+0,3} = 0,3$  мм;  
 Размер. Допуск.  $TK2 D = (30)^{+0,52} = 0,52$  мм;  
 Размер. Допуск.  $TK3 D = (36)_{-0,05} = 0,05$  мм;  
 Размер. Допуск.  $TK4 D = (70)_{-0,74} = 0,74$  мм.

## 1.7.2 Расчет допусков на технологические размеры

### 1.7.2.1 Определение допусков на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u.i-1} + \varepsilon_{\delta i}, \quad (5)$$

Где  $\omega_{ci}$  – статическая погрешность, мм;

$\rho_{u.i-1}$  – пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

$\varepsilon_{\delta i}$  – погрешность базирования, мм;

Допуски на диаметральные размеры:

$$TD_i = \omega_{ci}, \quad (6)$$

Где  $\omega_{ci}$  – статическая погрешность, мм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA11 = \omega_c + \rho_{01} = 0,26 \text{ мм};$$

$$TA12 = \omega_c = 0,18 \text{ мм};$$

$$TA13 = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA21 = \omega_c + \rho_{11} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TA22 = \omega_c = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA31 = \omega_c + \rho_{21} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA32 = \omega_c \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA51 = \omega_c \rho_{41} = 0,25 \text{ мм}.$$

### 1.7.2.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [2, стр. 38]

$$TD_i = \omega_{ci}, \quad (7)$$

где  $\omega_{ci}$  - статическая погрешность, мм.

Тогда назначаем допуски, руководствуясь [2, стр. 73 П1]:

$$TD11 = \omega_c = 0,74 \text{ мм};$$

$$TD12 = \omega_c = 0,43 \text{ мм};$$

$$TD13 = \omega_c = 0,13 \text{ мм};$$

$$TD21 = \omega_c = 0,62 \text{ мм};$$

$$TD22 = \omega_c = 0,05 \text{ мм};$$

$$TD31 = \omega_c = 0,52 \text{ мм};$$

$$TD32 = \omega_c = 0,3 \text{ мм};$$

$$TD51 = \omega_c = 0,62 \text{ мм};$$

$$TD52 = \omega_c = 0,3 \text{ мм}.$$

### 1.7.2.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

Припуски принято делить на общие и промежуточные. Общий припуск необходим для выполнения всех технологических переходов обработки данной поверхности, промежуточный – для выполнения отдельного перехода. Принято различать минимальное, максимальное, среднее и номинальное значение

припуска на обработку. Однако первичным, определяющим остальные категории припуска, является его минимальное значение. Минимальный припуск должен быть таким, чтобы его удаление было достаточно для обеспечения требуемой точности и качества поверхностного слоя обработанной поверхности.

Таким образом, минимальный припуск на обрабатываемый диаметр:

$$z_{i\min} = 2(R_{Zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (8)$$

Где  $z_{i\min}$  – минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$R_{Zi-1}$  – шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

$h_{i-1}$  – шжд толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$\varepsilon_{yi}$  – погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$Z_{12\min}^D = 2 \cdot (0,3 + 0,08 + \sqrt{0,04^2 + 0,42^2}) = 0,715 \text{ мм};$$

$$Z_{13\min}^D = 2 \cdot (0,21 + 1,8 + \sqrt{0,9^2 + 0,34^2}) = 6,5 \text{ мм};$$

$$Z_{21\min}^D = 2 \cdot (0,05 + 0,16 + \sqrt{0,12^2 + 0,17^2}) = 1 \text{ мм};$$

$$Z_{31\min}^D = 2 \cdot (0,74 + 0,12 + \sqrt{0,08^2 + 0,31^2}) = 2,5 \text{ мм}.$$

Расчёт припуска на обработку плоскости:

$$z_{i\min} = R_{Zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (9)$$

$$z_{11\min} = 20 + 30 + 50 + 50 = 150 \text{ мкм};$$

$$z_{21\min i} = 15 + 40 + 50 + 45 = 150 \text{ мкм};$$

$$z_{23\min} = 80 + 40 + 50 + 30 = 200 \text{ мкм}.$$

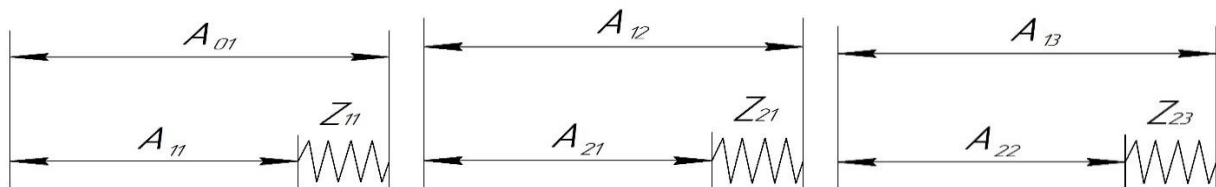


Рисунок 5 – Размерные цепи в осевом направлении

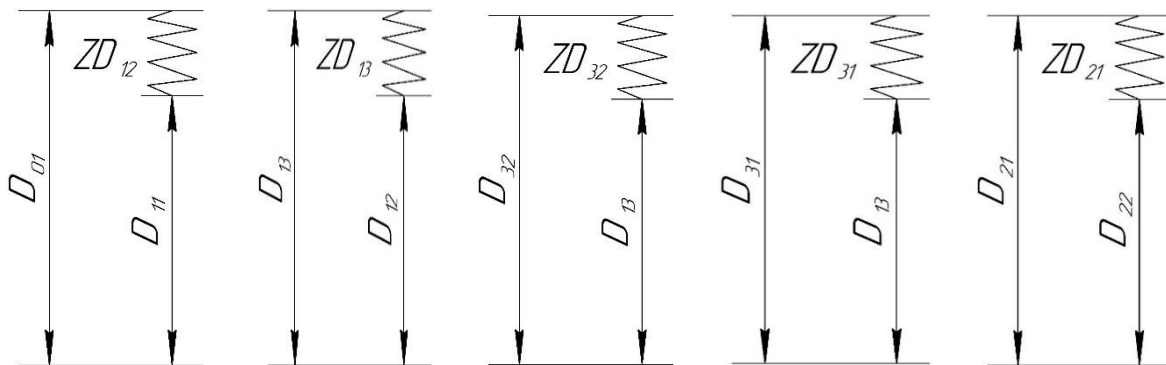


Рисунок 6 – Размерные цепи в диаметральной направлении.

$$D_{1,1}^c = D_{1,1} + \frac{BOD_{1,1} + НОД_{1,1}}{2}, \quad (10)$$

$$D_{1,1}^c = 18,43 + \frac{0 + 0,3}{2} = 18,58 \text{ мм.}$$

Звено  $D_{1,1}$  записывается в виде  $TD_{1,1} = 18,58 \pm 0,15 \text{ мм.}$

Допуск звена  $D_{0,1}$ :

$$TD_{0,1} = 0,8 \text{ мм.}$$

Здесь припуск  $Z_{D1,2 \min}$  определяем по формуле (8)

$$Z_{D1,2 \min} = 2(0,3 + 0,015 \sqrt{0,02^2 + 0,02^2}) = 0,71 \text{ мм.}$$

Затем находим:

$$Z_{D1,2}^c = Z_{D1,2 \min} + \frac{TD_{0,1} + TD_{1,1}}{2}, \quad (11)$$

$$Z_{D1,2}^c = 0,71 + \frac{0,3 + 0,8}{2} = 1,26 \text{ мм.}$$

Подсчитывается среднее значение звена  $TD_{0,1}$ :

$$D_{0,1}^c = D_{1,1} + Z_{D1,2}, \quad (12)$$

$$D_{0,1}^c = 18,58 + 1,26 = 19,84 \text{ мм.}$$

Звено  $D_{1,1}$  записываем в виде  $D_{0,1} = 19,84_{-0,8}$  мм.

$$D_{1,2}^c = 30 + \frac{0 + 0,52}{2} = 30,26 \text{ мм;}$$

Звено записывается в виде  $TD_{1,2} = 30,26 \pm 0,26$  мм.

Допуск звена  $D_{1,3}$ :

$$TD_{1,3} = 0,48 \text{ мм.}$$

Здесь припуск  $Z_{D2,2\min}$  определяем по формуле (8)

$$Z_{D1,3\min} = 2(0,21 + 1,8 + \sqrt{0,9^2 + 0,34^2}) = 6,5 \text{ мм.}$$

Затем находим:

$$Z_{D1,3} = 6,5 + \frac{0,52 + 0,48}{2} = 7 \text{ мм.}$$

Подсчитывается среднее значение звена  $D_{1,3}$ :

$$D_{1,3} = 30,26 + 7 = 37,26 \text{ мм.}$$

Звено  $D_{1,3}$  записываем в виде  $D_{1,3} = 37,^{+0,48}$ .

$$D_{1,3}^c = 36 + \frac{0 - 0,05}{2} = 35,975 \text{ мм.}$$

Звено  $D_{1,1}$  записывается в виде  $TD_{1,1} = 35,975 \pm 0,025$  мм.

Допуск звена  $D_{3,2}$ :

$$TD_{3,2} = 0,34 \text{ мм.}$$

Здесь припуск  $Z_{D1,2\min}$  определяем по формуле (8)

$$Z_{D2,1\min} = 2(0,05 + 0,16 + \sqrt{0,12^2 + 0,17^2}) = 1 \text{ мм.}$$

Затем находим:

$$Z_{D1,2}^c = 1 + \frac{0,05 + 0,34}{2} = 1,195 \text{ мм.}$$

Подсчитывается среднее значение звена  $TD_{3,2}$ :

$$D_{3,2}^c = 35,975 + 1,195 = 37,17 \text{ мм.}$$

Звено  $D_{3,2}$  записываем в виде  $D_{3,2} = 37,17_{-0,34} \text{ мм.}$

$$D_{1,3}^c = 70 + \frac{0 - 74}{2} = 69,63 \text{ мм}$$

Звено  $D_{1,3}$  записывается в виде  $TD_{1,3} = 69,63 \pm 0,37 \text{ мм.}$

Допуск звена  $D_{3,1}$ :

$$TD_{3,1} = 0,6 \text{ мм.}$$

Здесь припуск  $Z_{D3,1\min}$  определяем по формуле (8)

$$Z_{D3,1\min} = 2(0,74 + 0,12 + \sqrt{0,08^2 + 0,31^2}) = 2,5 \text{ мм.}$$

Затем находим:

$$Z_{D3,1}^c = 2,5 + \frac{0,74 + 0,6}{2} = 3,17 \text{ мм.}$$

Подсчитывается среднее значение звена  $TD_{3,1}$ :

$$D_{3,1}^c = 69,63 + 3,17 = 72,8 \text{ мм.}$$

Звено  $D_{3,1}$  записываем в виде  $D_{3,1} = 72,8_{-0,06} \text{ мм.}$

Далее нужно рассмотреть двухзвенные размерные цепи:

$$A_{5,1} = K_1 = 0,5 \pm 0,05 \text{ мм}; \quad A_{21} = K_2 = 5^{+0,3} \text{ мм};$$

$$A_{1,4} = K_3 = 26_{+0,52} \text{ мм}; \quad A_{22} = K_4 = 3^{0,3} \text{ мм};$$

$$A_{3,1} = K_5 = 1,6 \pm 0,125 \text{ мм}; \quad A_{51} = K_6 = 1 \pm 0,125 \text{ мм.}$$

Из цепи найдем технологический размер  $A_{1,1}$ . Для этого подсчитываем:

$$z_{11\min} = 20 + 30 + 50 + 50 = 150 \text{ мкм};$$

$$Z_{1,1}^c = 0,15 + \frac{0,05 + 0,03}{2} = 0,19 \text{ мм.}$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A_{0,1}^c = A_{1,1}^c + Z_{1,1}^c = 28,5 + 0,19 = 28,69 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем  $A_{0,1} = 28,69 \pm 0,3$  мм. Так как этот размер относится к валам, то примем  $A_{0,1} = 28,99_{-0,6}$  мм. После округления номинального значения окончательно получим  $A_{0,1} = 28,99_{-0,6}$  мм;

$$z_{21\min} = 40 + 60 + 90 + 50 = 240 \text{ мкм};$$

$$Z_{1,2} = 0,24 + \frac{0,04 + 3}{2} = 1,76 \text{ мм.}$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A_{1,4} = A_{0,1} + Z_{1,2} = 28,99 + 1,76 = 30,75 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем  $A_{2,1} = 30,75 \pm 3$  мм. Так как этот размер относится к валам, то примем  $A_{1,4} = 32,25_{-3}$  мм. После округления номинального значения окончательно получим  $A_{1,4} = 32,25_{-3}$  мм.

Из цепи найдем технологический размер  $A_{1,2}$ . Для этого подсчитываем:

$$z_{11\min} = 20 + 30 + 50 + 50 = 150 \text{ мкм};$$

$$Z_{2,1}^c = 0,15 + \frac{0,05 + 0,03}{2} = 0,19 \text{ мм.}$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A_{1,2}^c = A_{2,1}^c + Z_{2,1}^c = 28,5 + 0,19 = 28,69 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем  $A_{1,2} = 28,69 \pm 0,03$  мм. Так как этот размер относится к валам, то примем  $A_{1,2} = 28,84_{-0,3}$  мм. После округления номинального значения окончательно получим  $A_{1,2} = 28,84_{-0,3}$  мм;

$$z_{21\min} = 30 + 60 + 55 + 85 = 230 \text{ мкм};$$

$$Z_{2,3} = 0,23 + \frac{0,03 + 2,5}{2} = 1,495 \text{ мм.}$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A_{2,3} = A_{1,2} + Z_{2,1} = 28,84 + 1,795 = 30,635 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем  $A_{2,3} = 30,635 \pm 2,5$  мм. Так как этот размер относится к валам, то примем  $A_{2,3} = 30,885_{-2,5}$  мм. После округления номинального значения окончательно получим  $A_{2,3} = 30,885_{-2,5}$  мм.

Из цепи найдем технологический размер  $A_{1,3}$ . Для этого подсчитываем:

$$Z_{23\min} = 80 + 40 + 50 + 30 = 200 \text{ мкм};$$

$$Z_{2,3}^c = 0,2 + \frac{0,04 + 0,02}{2} = 0,05 \text{ мм.}$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A_{1,3}^c = A_{2,2}^c + Z_{2,3}^c = 7 + 0,05 = 7,05 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем  $A_{1,3} = 7,05 \pm 0,02$  мм. Так как этот размер относится к валам, то примем  $A_{1,3} = 7,25_{-0,4}$  мм. После округления номинального значения окончательно получим  $A_{1,3} = 7,25_{-0,4}$  мм;

$$Z_{21\min} = 80 + 50 + 40 + 70 = 240 \text{ мкм};$$

$$Z_{2,3} = 0,24 + \frac{0,02 + 4}{2} = 2,25 \text{ мм.}$$

Затем определим среднее значение этого технологического размера:

$$A_{1,3} = A_{2,2} + Z_{2,3} = 7,25 + 2,25 = 9,5 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем  $A_{1,3} = 9,5 \pm 2$  мм. Так как этот размер относится к валам, то примем  $A_{1,3} = 11,5_{-4}$  мм. После округления номинального значения окончательно получим  $A_{1,3} = 11,5_{-4}$  мм.

## 1.8 Выбор средств технологического оснащения

В совершенствованном технологическом процессе имеется 1 отрезная, 2 токарных, 1 фрезерная и 1 сверлильная операция. Выбираем оборудование для операций.



Для отрезной операции:

Отрезной круглопильный станок 8Г661;

Для 1–й токарной операции:

Токарно–винторезный 16К20;

Для 2–й токарной операции:

Токарно–винторезный 16К20П;

Для фрезерной операции:

Вертикально–фрезерный станок 6Р13;

Для сверлильной операции:

Вертикально–сверлильный станок 2Н118;

Технические характеристики станков приведены в таблицах 3– 7.

Таблица 3 – Характеристика станка 8Г661

Параметр	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8-82	Н
Наибольший диаметр заготовки, мм	240
Длина отрезаемой заготовки наибольшая, мм	420
Диаметр пилы, мм	710
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	2,98 – 16,8
Мощность, кВт	7,5
Габариты, мм	2400×2365х×1750
Масса, кг	4050

Таблица 4 – Характеристика станка 16К20

Параметр	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8–82	Н
Наибольший диаметр детали обрабатываемой над станиной, мм	400
Наибольший диаметр детали обрабатываемой над суппортом, мм	220

Продолжение таблицы 4

Наибольшая длина обрабатываемой детали, мм	1000
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	16 – 2000
Мощность, кВт	11
Габариты, мм	27951×198×1810
Масса, кг	3035

Таблица 5 — Характеристика станка 16K20П

Параметр	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8–82	П
Наибольший диаметр детали обрабатываемой над станиной, мм	400
Наибольший диаметр детали обрабатываемой над суппортом, мм	220
Наибольшая длина обрабатываемой детали, мм	1000
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	16 – 2000
Мощность, кВт	6
Габариты, мм	2795 x 1190 x 1500
Масса, кг	3010

Таблица 6 характеристика станка 6P13

Параметр	Значение
Размеры поверхности стола, мм	1600 x 400
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, мм	30..500
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих (вылет), мм	420
Наибольшее ручное перемещение стола в продольном/ поперечноом/ вертикальном направлении, мм	1000/ 320/ 420

Продолжение таблицы 6

Наибольшее механическое перемещение стола в продольном/ поперечном/ вертикальном направлении, мм	1000/ 300/ 410
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	300
Шпиндель	
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5..1600
Количество скоростей шпинделя	18
Наибольшее осевое перемещение пиноли шпинделя, мм	80
Перемещение пиноли на одно деление лимба, мм	0,05
Перемещение пиноли на один оборот лимба, мм	4
Конец шпинделя по ГОСТ 836–62	3
Наибольший угол поворота шпиндельной головки, градус	$\pm 45^{\circ}$
<b>Рабочий стол</b>	
Перемещение стола на одно деление лимба. Продольное, поперечное, вертикальное, мм	0,05
Перемещение стола на один оборот лимба. Продольное, поперечное/ вертикальное, мм	6/ 2
Пределы продольных и поперечных подач стола (X. Y), мм/мин	12,5–1250
Пределы вертикальных подач стола (Z), мм/мин	8,3..416,6
Количество подач продольных/ поперечных/ вертикальных	18
Скорость быстрых перемещений X, Y/Z поперечных, м/мин	3/ 1
<b>Механика станка</b>	
Наибольшее усилие резания, допускаемое механизмом подачи в продольном/ поперечном/ вертикальном направлении, кН	20/ 12/ 8

Продолжение таблицы 6

Наибольший допускаемый диаметр фрез при черновой обработке, мм	200
Выключающие упоры подачи (продольной, поперечной, вертикальной)	Есть
Блокировка ручной и механической подачи (продольной, поперечной, вертикальной)	есть
Блокировка раздельного включения подачи	Есть
Автоматическая прерывистая подача Продольная	есть
Торможение шпинделя	есть
Предохранение от перегрузки (муфта)	есть
<b>Электрооборудование и привод станка</b>	
Электродвигатель привода главного движения, кВт	10,0
Электродвигатель привода подач, кВт	3,0
Электродвигатель насоса охлаждения, кВт	0,125
<b>Габаритные размеры и масса станка</b>	
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	2560 x 2260 x 2120
Масса станка, кг	4200

Таблица 7 –Характеристика станка 2Н118

Параметр	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8–82	Н
Наибольший условный диаметр сверления в стали 45, мм	18
Ширина рабочей поверхности стола, мм	320
Длина рабочей поверхности стола, мм	360
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	180 – 2800
Мощность, кВт	1,5
Габариты, мм	870×590×2080
Масса, кг	450

## 1.9 Расчет режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. Глубина резания;
2. Подача;
3. Скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. Число оборотов;
2. Фактическая скорость резания;
3. Главная составляющая силы резания;
4. Мощность резания;
5. Мощность главного привода движения с учетом потерь;
6. Проверка мощности привода без потерь.

### 1.9.1 Операция 1: токарная операция

#### Переход 1: подрезка торца.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с. 363], принимаем  $T=30$  мин;

Глубина резания равна среднему припуску на обработку:

$$t = Z_{11} \text{ ср} = 1,516 \approx 1,5 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с. 366].  $S = 0,3$  мм/об;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} \quad (13)$$

$$k_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9;$$

Где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{PV}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{IV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$K_{MV}$  по таблице 3 [4, с.360]

$K_{PV}$  по таблице 5 [4, с.361]

$K_{IV}$  по таблице 6 [4, с.361]

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{mv} \cdot S^{yv}} K_v, \quad (14)$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 47$ ;  $mv = 0,2$ ;  $yv = 0,8$ ;

определены по таблице 17 [4, с.367].

Определяем скорость:

$$v = \frac{47}{30^{0,2} \cdot 0,3^{0,8}} 0,9 = 56 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \quad (15)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 56}{\pi \cdot 75} = 238 \approx 250 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}}{1000}, \quad (16)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 250}{1000} = 235 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot V_\phi^{np} \cdot K_p, \quad (17)$$

$$K_p = K_{Mp}, \quad (18)$$

$$K_{Mp} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 1,5^{0,72} \cdot 0,3^{0,8} \cdot 235^0 \cdot 0,85 = 1772 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (19)$$

$$N = \frac{1772 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 6,8 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь

$$N_{np} = \frac{N}{\eta}, \quad (20)$$

$$N_{np} = \frac{6,8}{0,85} = 8 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$N \leq N_{np}^{насп} \quad (21)$$

$$6,8 < 11 \text{ кВт.}$$

### **Переход 2 точить поверхность.**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – T15K6. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с. 363], принимаем  $T=30$  мин;

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{21}^{cp})}{2} = 2,5 \text{ мм;}$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,4 \text{ мм/об;}$

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,4^{0,2}} \cdot 0,9 = 167 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 167}{3,14 \cdot 75} = 709 \approx 800 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 800}{1000} = 188 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$K_{\text{мр}} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 188^{-0,15} \cdot 0,85 = 2950 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{2950 \cdot 167}{1020 \cdot 60} = 8 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{\text{пр}} = \frac{8}{0,85} = 9,4 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$9,4 < 11 \text{ кВт.}$$

### **Переход 3 сверлить отверстие.**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Р6М5. Период стойкости инструмента  $T=30\text{--}60$  мин [4, с. 365], принимаем  $T=30$  мин;

Диаметр отверстия; 15мм

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,2\text{мм/об}$ ;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{qv}}{T^{mv} \cdot S^{yv}} K_v. \quad (21)$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 9,8$ ;  $mv = 0,2$ ;  $yv = 0,5$ ;  $qv = 0,4$ ;

определены по таблице 17 [4, с. 367];



$$V = \frac{9,8 \cdot 15^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 1,2 = 39 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 39}{\pi \cdot 15} = 828 \approx 1000 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 1000}{1000} = 47 \text{ об/мин.}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^{q_M} \cdot S^{y_M} \cdot k_p, \quad (22)$$

$$k_p = 0,85;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,034 \cdot 15^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,85 = 17,9 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^{q_p} \cdot S^{y_p} \cdot k_p, \quad (23)$$

Значения коэффициентов:  $C_p=68$ ;  $C_M = 0.034$ ;  $q_p=1$ ;  $y_M = 0,8$ ;  $q_M=2$ ;  $y_p=0,7$ ;

$k_p = 0,85$  определены по таблице 17 [4, с. 367].

Мощность резания:

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 15^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,85 = 2810 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (24)$$

$$N_e = \frac{17,9 \cdot 1000}{9750} = 1,83 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{пр} = \frac{1,83}{0,75} = 2,44 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$2,44 < 11 \text{ кВт.}$$

#### Переход 4 расточить отверстие.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с.363], принимаем  $T=30$  мин;

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{21}^{cp})}{2} = 1 \text{ мм}$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,15$  мм/об;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,9 = 233 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 233}{3,14 \cdot 75} = 989 \approx 1000 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 1000}{1000} = 235 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$K_{Mp} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,15^1 \cdot 235^{0,15} \cdot 0,85 = 867 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{867 \cdot 233}{1020 \cdot 60} = 3, \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{np} = \frac{3,3}{0,85} = 3,8 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$3,8 < 11 \text{ кВт.}$$

### Переход 5 расточить фаску.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – T15K6. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с.363], принимаем  $T=30$  мин;

Глубина резания  $t = 1,25$  мм

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,1$  мм/об;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 1,25^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} 0,9 = 293 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 293}{3,14 \cdot 75} = 1244 \approx 1250 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 1250}{1000} = 294 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$K_{\text{Мр}} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,25^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 294^{-0,15} \cdot 0,85 = 228 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{228 \cdot 167}{1020 \cdot 60} = 0,6 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{\text{пр}} = \frac{0,6}{0,85} = 0,7 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$0,7 < 11 \text{ кВт.}$$

## 1.9.2 Операция 2: токарная операция

### Переход 1: подрезать торец.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с.363], принимаем  $T=30$  мин;

Глубина резания

$$t = 1,5 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,3$  мм/об;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{47}{30^{0,2} \cdot 0,3^{0,8}} 0,9 = 56 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 56}{3,14 \cdot 75} = 237 \approx 250 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 250}{1000} = 235 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$K_{Mp} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 1,5^{0,72} \cdot 0,3^{0,8} \cdot 235^0 \cdot 0,85 = 1772 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1772 \cdot 56}{1020 \cdot 60} = 1,6 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{np} = \frac{1,6}{0,85} = 1,88 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$1,88 < 11 \text{ кВт.}$$

**Переход 2 точить поверхность.**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с. 363], принимаем  $T=30$  мин;

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{21}^{cp})}{2} = 18,5 \text{ мм}$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,4$  мм/об;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 18,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,9 = 131 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 131}{\pi \cdot 75} = 556 \approx 630 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 630}{1000} = 148 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$K_{Mp} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 18,5^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 148^{-0,35} \cdot 0,85 = 4127 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{4127 \cdot 131}{1020 \cdot 60} = 8,8 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{np} = \frac{8,8}{0,85} = 10,3 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$10,3 < 11 \text{ кВт.}$$

### Переход 3 точить поверхность.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с. 363], принимаем  $T=30$  мин;

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{21}^{cp})}{2} = 1 \text{ мм}$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,1$  мм/об;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 0,815^{0,15} \cdot 0,5^{0,2}} \cdot 0,9 = 227 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 227}{\pi \cdot 75} = 963 \approx 1000 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 1000}{1000} = 235 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$K_{Mp} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 235^{-0,15} \cdot 0,85 = 200 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{200 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 0,77 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{np} = \frac{0,77}{0,85} = 0,9 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$0,9 < 11 \text{ кВт.}$$

#### **Переход 4 расточить отверстие.**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с. 366], принимаем  $T=30$  мин;

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{21}^{cp})}{2} = 6,5 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,15 \text{ мм/об};$

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 6,5^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,9 = 211 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 211}{3,14 \cdot 70} = 959 \approx 1000 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 1000}{1000} = 220 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$K_{\text{Мр}} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 6,5^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 220^{-0,15} \cdot 0,85 = 1778 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{1778 \cdot 211}{1020 \cdot 60} = 6,1 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{\text{пр}} = \frac{6,1}{0,85} = 7,1 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$7,1 < 11 \text{ кВт.}$$

### **Переход 5 расточить отверстие.**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с. 366], принимаем  $T=30$  мин;

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{21}^{cp})}{2} = 0,715 \text{ мм};$$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,15$  мм/об;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,715^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,9 = 245 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 245}{3,14 \cdot 70} = 1114 \approx 1250 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 1250}{1000} = 274 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$K_{Mp} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,715^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 274^{-0,15} \cdot 0,85 = 189 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{189 \cdot 245}{1020 \cdot 60} = 0,75 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{np} = \frac{0,75}{0,85} = 0,88 \text{ кВт.}$$



Проверка мощности привода без потерь:

$$0,88 < 11 \text{ кВт.}$$

**Переход 6 нарезать резьбу.**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с. 363], принимаем  $T=30$  мин;

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 1,5$  мм/об;

Коэффициент  $k_v$  :

$$k_v = K_{MV} \cdot K_{iv} \cdot K_{Cv} \quad (25)$$

$$k_v = 3 \cdot 1 \cdot 0,75 = 2,25.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{244 \cdot 0,2^{0,23}}{70^{0,11} \cdot 1,5^{0,3}} = 93 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 93}{3,14 \cdot 70} = 423 \approx 500 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 500}{1000} = 109 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} K_p, \quad (26)$$

$$K_{Mp} = 0,85;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,7}}{0,71^{500}} 0,85 = 5,8 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{5,8 \cdot 109}{1020 \cdot 60} = 0,01 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{\text{пр}} = \frac{0,01}{0,85} = 0,11 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$0,11 < 11 \text{ кВт.}$$

### **Переход 7 точить фаску.**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – T15K6. Период стойкости инструмента  $T=30\text{--}60$  мин [4, с. 363], принимаем  $T=30$  мин;

Глубина резания  $t = 1,5 \text{ мм}$

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,1 \text{ мм/об}$ ;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,9 = 285 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 285}{3,14 \cdot 70} = 1296 \approx 1600 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 1600}{1000} = 351 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$K_{\text{Мр}} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 351^{-0,15} \cdot 0,85 = 282 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_{\epsilon} = \frac{282 \cdot 285}{1020 \cdot 60} = 1,3 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{\text{пр}} = \frac{1,3}{0,85} = 1,5 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$1,5 < 11 \text{ кВт.}$$

### 1.9.3 Операция 3: фрезерная операция

#### Переход 1 фрезеровать лыску.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Р6М5. Период стойкости инструмента  $T=30\text{--}60$  мин [4, с. 360], принимаем  $T=30$  мин;

Глубина резания  $t=12$  мм;

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,51$  мм/об;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^{m_v} \cdot t^{x_v} \cdot S_z^{y_v} \cdot B_\phi^{u_v} \cdot Z^{p_v}} \cdot k_v, \quad (27)$$

Где  $B$ - ширина фрезерования,

$D$ - диаметр фрезы, мм;

$Z$ - число зубьев фрезы, определяется по соответствующему стандарту

Значения коэффициентов:  $C_v, q_v, m_v, x_v, y_v, u_v, p_v$  определены по таблице 17 [4, с.367];

$$V = \frac{46,7 \cdot 56^{0,45}}{30^{0,33} \cdot 12^{0,5} \cdot 52^{0,1} \cdot 6^{0,1}} \cdot 1,08 = 17 \text{ об/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 17}{\pi \cdot 70} = 77 \approx 100 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 100}{1000} = 22 \text{ об/мин.}$$

Главная составляющая силы резания при фрезеровании:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^{xp} \cdot S_z^{yp} \cdot B_{\Phi}^{wp} \cdot Z}{D^{qp} \cdot n^{wp}} \cdot K_{Mp}, \quad (28)$$

Где  $n$  – ширина фрезерования,

$D^{qp}$  – диаметр фрезы, мм;

Коэффициенты пропорциональности и показатели степени  $C_p, xp, yp, wp, qp, wr$  определены по таблице 17 [4, с.367];

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,51^{0,72} \cdot 52^1 \cdot 6}{56^{0,86} \cdot 17^0} \cdot 0,93 = 32398 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{32398 \cdot 17}{1020 \cdot 60} = 9 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{np} = \frac{9}{0,85} = 10,5 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$10,5 < 11 \text{ кВт.}$$

## Переход 2 фрезеровать лыску.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Р6М5. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с. 360], принимаем  $T=30$  мин;

Глубина резания  $t=12$  мм;

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,51$  мм/об;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08.$$

Скорость резания

$$V = \frac{46,7 \cdot 56^{0,45}}{30^{0,33} \cdot 12^{0,5} \cdot 52^{0,1} \cdot 6^{0,1}} \cdot 1,08 = 17 \text{ об/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 17}{3,14 \cdot 70} = 77 \approx 100 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 100}{1000} = 22 \text{ об/мин.}$$

Главная составляющая силы резания при фрезеровании:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,51^{0,72} \cdot 52^1 \cdot 6}{56^{0,86} \cdot 17^0} \cdot 0,93 = 32398 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{32398 \cdot 17}{1020 \cdot 60} = 9 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{\text{пр}} = \frac{9}{0,85} = 10,5 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$10,5 < 11 \text{ кВт.}$$

#### 1.9.4 Операция 4: сверлильная операция

**Переход 1 сверлить отверстие.**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Р6М5. Период стойкости инструмента  $T=30-60$  мин [4, с. 362], принимаем  $T=30$  мин;

Диаметр отверстия; 5,5мм

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,1$ мм/об;

Коэффициент  $k_v$ :

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{9,8 \cdot 5,5^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 0,1^{0,5}} \cdot 1,2 = 37 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент и осевая сила:

$$k_p = K_{Mp} = 0,85;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,034 \cdot 5,5^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,85 = 1,4 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 5,5^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 634 \text{ Н.}$$

Главная составляющая силы резания:

$$K_{Mp} = 0,85;$$

$$P_z = 10 \cdot 68 \cdot 5,5 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 115 \text{ Н.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 37}{3,14 \cdot 5,5} = 2142 \approx 2200 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{1,4 \cdot 2200}{9750} = 0,32 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{пр} = \frac{0,32}{0,75} = 0,42 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$0,42 < 1,5 \text{ кВт.}$$

### **Переход 2 зенковать отверстие.**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Р6М5. Период стойкости инструмента  $T=30\text{--}60$  мин [4, с. 362], принимаем  $T=30$  мин;

Диаметр отверстия; 5,5мм;

Подачу  $S$  назначаем по таблице 14 [4, с.366].  $S = 0,1\text{мм/об}$ ;

Коэффициент  $k_v$ :

$$k_v = 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,2.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{18,8 \cdot 5,5^{0,2}}{30^{0,125} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 0,5^{0,1}} \cdot 0,9 = 42 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 42}{3,14 \cdot 5,5} = 2401 \approx 2500 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 5,5 \cdot 2500}{1000} = 43 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент и осевая сила:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,9 \cdot 16^1 \cdot 0,125^{0,9} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,85 = 3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 0,5^{1,2} \cdot 0,1^{0,65} \cdot 0,85 = 55 \text{ Н.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 42}{\pi \cdot 5,5} = 2431 \approx 2500 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{3 \cdot 2500}{9750} = 0,77 \text{ кВт.}$$

Мощность привода с учетом потерь:

$$N_{пр} = \frac{0,77}{0,85} = 0,9 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности привода без потерь:

$$0,9 < 1,5 \text{ кВт.}$$

## 1.10 Расчет времени.

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, с. 874]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (29)$$

Где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_b + l_{cx} + l_{нд}$$

Где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_e$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_{cx}$  – величина схода инструмента, мм;

$l_{нд}$  – величина подвода инструмента, мм;

Принимаем:  $l_{cx} = l_{нд} = 1$  мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_e = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (30)$$

Где  $t$  – глубина резания, мм;

$\varphi$  – угол в плане;

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{cx} + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S}, \quad (31)$$

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_{всп} = T_{yc} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{изм}, \quad (32)$$

Где  $T_{yc}$  – время на установку и снятие детали;

$T_{з.о}$  – время на закрепление и открепление детали;

$T_{уп}$  – время на управление станком;

$T_{изм}$  – время на измерение детали;



$T_{всп}$  – вспомогательное время.

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп}, \quad (33)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{опер} = T_o + T_{всп}, \quad (34)$$

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.}, \quad (35)$$

Подготовительно заключительное время определяем штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n}\right), \quad (36)$$

где  $n$  – количество деталей.

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер}, \quad (37).$$

### **Операция 1: токарная операция**

Переход 1 – подрезать торец:

$$T_o = \frac{(30 + \frac{1,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{250 \cdot 0,3} = 0,47 \text{ мин};$$

Переход 2 – точить поверхность:

$$T_o = \frac{(28,5 + \frac{2,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{800 \cdot 0,4} = 0,10 \text{ мин};$$

Переход 3 – сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(28,5 + \frac{15}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{1000 \cdot 0,2} = 0,24 \text{ мин};$$

Переход 4 – расточить отверстие:

$$T_o = \frac{(28,5 + \frac{1}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{1000 \cdot 0,15} = 0,23 \text{ мин};$$

Переход 5 – расточить фаску:

$$T_o = \frac{(28,5 + \frac{1,25}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{1250 \cdot 0,1} = 0,27 \text{ мин.}$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y.c.} = 0,45 \text{ мин};$$

$$T_{з.о.} = 0,4 \text{ мин};$$

$$T_{yп} = 0,55 \text{ мин};$$

$$T_{изм} = 0,55 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = 0,45 + 0,4 + 0,55 + 0,55 = 1,95 \text{ мин.}$$

Оперативное время;

$$T_{опер} = 0,45 + 1,95 = 2,4 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых;

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 2,4 = 0,36 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 0,45 + 1,95 + 0,36 = 2,76 \text{ мин.}$$

Штучно–калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 2,76 + \frac{24}{1000} = 2,78 \text{ мин.}$$

## Операция 2: токарная операция

Переход 1 – подрезать торец:

$$T_o = \frac{(28,5 + \frac{1,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{250 \cdot 0,3} = 0,45 \text{ мин};$$

Переход 2 – точить поверхность:

$$T_o = \frac{(27 + \frac{18,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{630 \cdot 0,4} = 0,2 \text{ мин};$$

Переход 3 – точить поверхность:

$$T_o = \frac{(27 + \frac{1}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{1000 \cdot 0,1} = 0,32 \text{ мин};$$

Переход 4 – расточить отверстие:

$$T_o = \frac{(27 + \frac{6,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{1000 \cdot 0,15} = 0,25 \text{ мин};$$

Переход 5 – расточить отверстие:

$$T_o = \frac{(27 + \frac{0,715}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{1250 \cdot 0,15} = 0,17 \text{ мин};$$

Переход 6 – нарезать резьбу:

$$T_o = \frac{(27 + \frac{0,9}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{500 \cdot 1,5} = 0,04 \text{ мин};$$

Переход 7 – точить фаску:

$$T_o = \frac{(27 + \frac{0,98}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{1600 \cdot 0,1} = 0,20 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} = 1,25 \text{ мин};$$

$$T_{\text{з.о}} = 1,29 \text{ мин};$$

$$T_{\text{уп}} = 1,45 \text{ мин};$$

$$T_{\text{изм}} = 1,55 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = 1,25 + 1,29 + 1,45 + 1,55 = 5,54 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 1,29 + 5,54 = 6,83 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot 6,83 = 1,02 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 1,29 + 5,54 + 1,02 = 7,85 \text{ мин};$$

Штучно–калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 7,85 + \frac{22}{1000} = 7,87 \text{ мин};$$

### **Операция : фрезерная операция**

Переход 1 – фрезеровать лыску:

$$T_o = \frac{(27 + \frac{12}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{100 \cdot 0,51} = 0,84 \text{ мин};$$

Переход 2 – фрезеровать лыску:

$$T_o = \frac{(27 + \frac{12}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{100 \cdot 0,51} = 0,84 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{y.c.} = 0,45 \text{ мин};$$

$$T_{з.о} = 0,49 \text{ мин};$$

$$T_{уп} = 0,55 \text{ мин};$$

$$T_{изм} = 0,45 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = 0,45 + 0,49 + 0,55 + 0,45 = 1,95 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{опер} = 0,54 + 1,95 = 2,49 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 2,49 \cdot 15\% = 0,38 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,54 + 1,95 + 0,38 = 2,87 \text{ мин};$$

Штучно–калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 2,87 + \frac{27}{100} = 3,14 \text{ мин};$$

### Операция : сверлильная операция

Переход 1 – сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(27 + \frac{5,5}{\text{tg}45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{2200 \cdot 0,1} = 0,16 \text{ мин};$$

Переход 2 – зенковать отверстие:

$$T_o = \frac{(27 + \frac{5,5}{\text{tg}45^\circ} + 2 + 2) \cdot 1}{2500 \cdot 0,1} = 0,15 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{у.с.}} = 0,27 \text{ мин};$$

$$T_{\text{з.о}} = 0,29 \text{ мин};$$

$$T_{\text{уп}} = 0,25 \text{ мин};$$

$$T_{\text{изм}} = 0,23 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = 0,27 + 0,29 + 0,25 + 0,23 = 1,04 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,29 + 1,04 = 1,33 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 1,33 \cdot 15\% = 0,2 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 0,29 + 1,04 + 0,2 = 1,53 \text{ мин};$$

Штучно–калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 1,53 + \frac{19}{2200} = 1,53 \text{ мин.}$$

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001–73[9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 8.

Таблица 8 – Задание на проектирование приспособление

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «втулка» на вертикально-сверлильном станке Модель 2Н118
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «втулка».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «втулка» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактикотехнические) требования	<u>Тип производства</u> – мелкосерийное <u>Программа выпуска</u> – 1500 штук в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать вертикально-сверлильную станку Модель 2Н118 <u>Входные данные</u> о заготовке, поступающей на точную операцию: высота заготовки 26 <sub>-0,18</sub> мм, диаметр 36 <sub>-0,03</sub> мм, R <sub>z</sub> = 40.

Продолжение таблицы 8

Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.
-------------------------------------	---

## 2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела – создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рисунок 7).

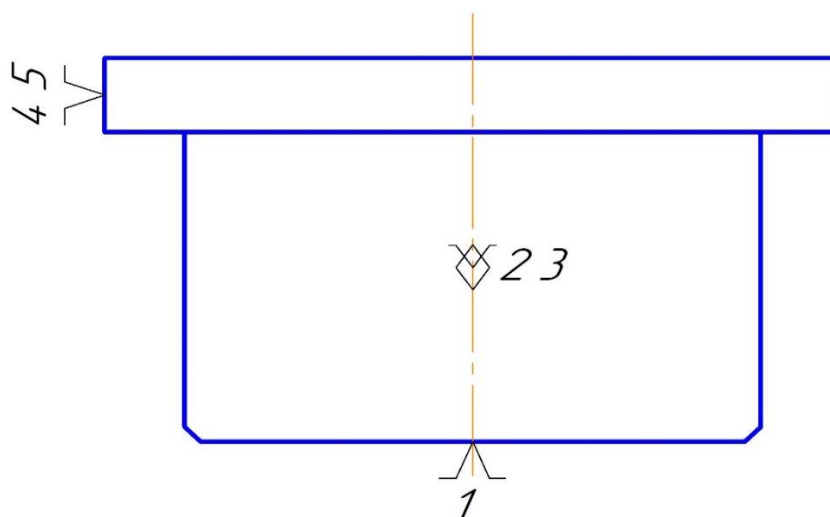


Рисунок 7 – Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

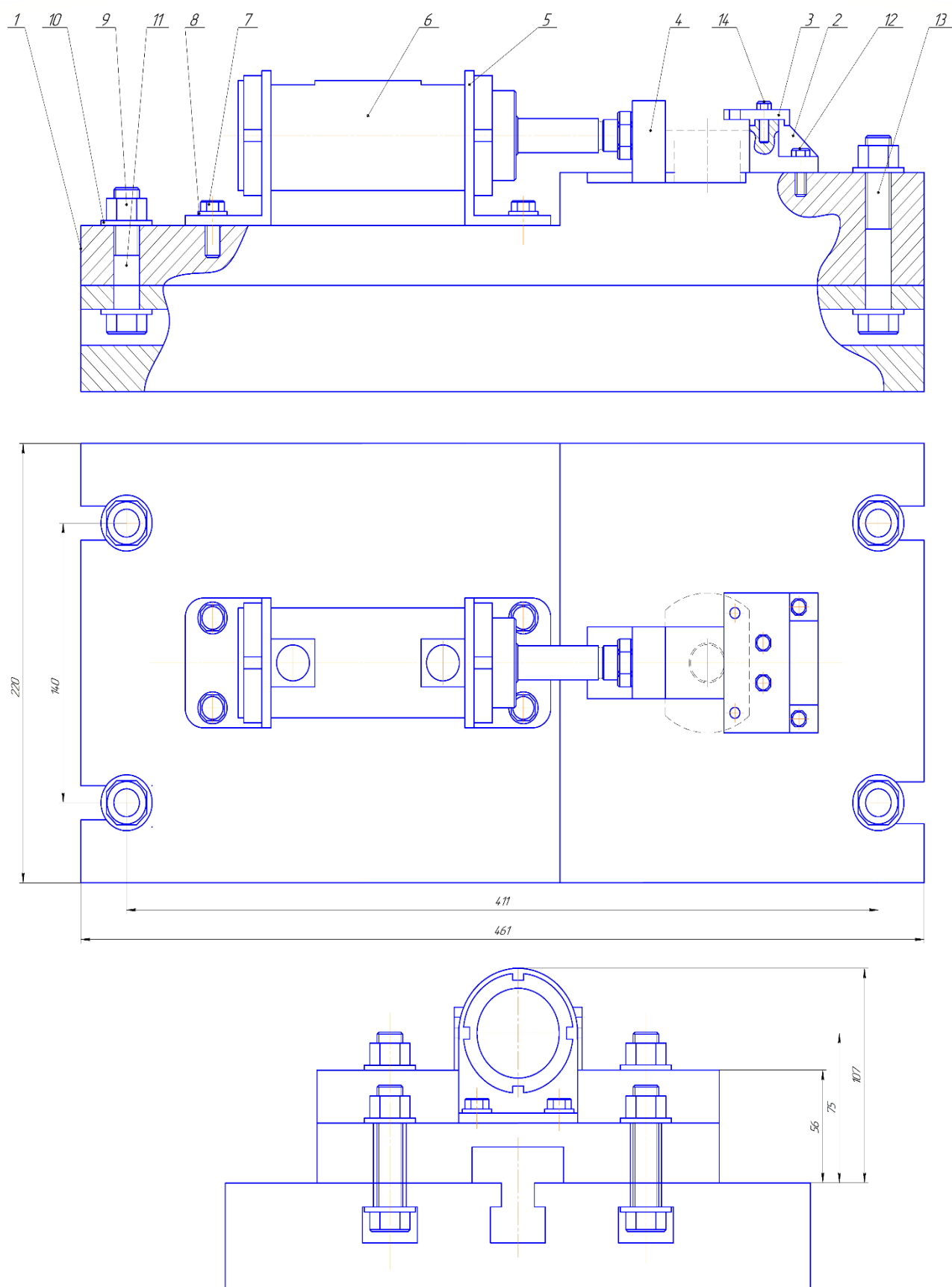


Рисунок 8 – Компоновка (общий вид) приспособления для сверлильной операции.



## 2.3 Описание конструкции и работы приспособления

Деталь устанавливается в паз специального основания 1, упирается в неподвижную губку 2, закреплённый болтами 12, пневмоцилиндр 6 установленный на лапах 5 закреплённый болтами 7, зажимает деталь подвижной губкой 4, через отверстие на кондукторе 3 закреплённой болтами 14 сверлится отверстие.

### 2.3.1 Определение необходимой силы зажима

Деталь находится под воздействием крутящего момента и осевой силы.

Сила резание при сверлении

Диаметр сверление  $D=5,5\text{мм}$

Подача  $S = 0,1\text{мм/об}$ ;

Скорость резание при сверлении:

$$V = \frac{9,8 \cdot 5,5^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 0,1^{0,5}} \cdot 1,2 = 37 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 37}{3,14 \cdot 5,5} = 2142 \approx 2200 \text{ об/мин};$$

Крутящий момент:

$$k_p = K_{\text{Мр}} = 0,85;$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,034 \cdot 5,5^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,85 = 1,4;$$

Осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 5,5^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,85 = 634 \text{ Н}.$$

Усилие зажима определим по формуле:

$$W = \frac{P_0 \cdot 2 \cdot l}{D \cdot K} \quad (38)$$

$$W = \frac{634 \cdot 2 \cdot 56}{26 \cdot 2,5} = 1092 \text{ Н.}$$

## 2.4 Выбор привода зажимного устройства и расчёт его параметров

В качестве привода зажимного устройство в приспособлении был выбран пневмоцилиндр двухстороннего действия samozzi 97M2A050A0200. Корпус пневмоцилиндра цилиндрический, из нержавеющей стали. Характеристика пневмоцилиндра приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристика пневмоцилиндра

Действие	Двухстороннего действие
Диаметры цилиндра	50 мм
Ход поршня	100 мм
Рабочая температура	0°C ... +80°C
Материал штока, крышек и гильзы	нержавеющая сталь AISI 304
Уплотнение штока	полиуретан
Максимальное воспроизводимое мощность на штоке	1570 Н

Проверка мощности:

$$1570\text{Н} > 1092\text{Н}$$

### **3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования. Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- Составление SWOT-анализа втулки
- Планирование технико-конструкторских работ.
- Определение ресурсоэффективности проекта.

#### **3.1 SWOT–анализ технологического процесса изготовления втулки**

SWOT–анализ является инструментом стратегического менеджмента и представляет собой комплексное исследование технического проекта [14,15].

Задача анализа – описать ситуацию, для решения которой нужно принять какое-либо решение.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения [15]:

*С* – сильные стороны проекта;

*Сл* – слабые стороны проекта;

*В* – возможности;

*У* – угрозы;

Матрица SWOT приведена в таблице 3.1.

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. При построении интерактивных матриц используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOT с дополнением знаков (+,-) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие).

Интерактивные матрицы возможностей и угроз представлены в таблицах 3.2 и 3.3, соответственно

Таблица 3.1–Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны проекта:</b>	<b>Слабые стороны проекта:</b>
	<p>С1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя</p> <p>С3. Низкая металлоемкость</p> <p>С4. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса</p> <p>С5. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами</p>	<p>Сл1. Ограниченный круг потенциальных потребителей.</p> <p>Сл2. Узкоспециализированное назначение разработки.</p> <p>Сл3. Необходимость повышения квалификации кадров</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>В1С1С3С4</p> <p>В2С1С2С4С5</p>	<p>В1В2Сл1Сл2</p> <p>В2Сл3</p>

Продолжение таблицы 3.1

Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	У1С1С4 У2С1С2	У1Сл1Сл2 У2Сл3.
---	------------------	--------------------

Таблица 3.2 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта				
	С1	С2	С3	С4	С5
В1	+	-	+	+	-
В2	+	+	-	+	+
Возможности	Слабые стороны проекта				
	Сл1	Сл2	Сл3	-	-
В1	+	+	-		
В2	-	-	+		

Таблица 3.3. Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта				
	С1	С2	С3	С4	С5
У1	+	-	-	+	-
У2	+	+	-	-	-
Угрозы	Слабые стороны проекта				
	Сл1	Сл2	Сл3	-	-
У1	+	+	-		
У2	-	-	+		

При разработке технического проекта инженер нацелен на проектирование с возможно большим внедрением сильных сторон. Это влияет, прежде всего, на качество и востребованность спроектированной втулки, что немало важно для потребителей. Также не стоит исключать случай, когда какая-либо из слабых сторон окажет наиболее сильное негативное воздействие, влияющее на изготовление втулки, чем все вместе взятые сильные стороны. Для данного случая таким фактором может быть Сл1. Ограниченный круг потенциальных потребителей. К примеру при любом производстве изделий всегда будет главным спрос потребителей. Но именно для этого разрабатывается экономически и энергетически эффективный технологический процесс, что позволит нам минимизировать влияние слабых сторон.

### **3.2 Организация работ технического проекта**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения проектирования.

#### **3.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования**

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице 3.4:

№ 1 – Составление и утверждение технического задания – формулировку требований к техническому проекту, составление задания и плана на проект, изучение первичной информации об объекте;

№ 2 – Подбор и изучение материалов по теме – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта;

№ 3 – Разработка маршрута технологии изготовления детали – проектировать технологические операции и переходы, составить операционные эскизы;

№ 4 – Расчет допусков, припусков и технологических размеров – определение допусков и проверка обеспечение точности на технологические и конструкторские размеры;

№ 5 – Выбор средств технологического оснащение – подбор оптимального оборудование для технологических операций и расчет режимов резания;

№ 6 – Проектирование специального приспособление – разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка, выбор и расчет привода зажимного устройство;

№ 7 – Оценка эффективности полученных результатов – проверка соответствия выполненного проекта исходным требованиям с учетом ресурсо и энергоэффективности;

№ 8 – Составление пояснительной записки – оформление результатов проектной деятельности;

№ 9 – Проверка выпускной квалификационной работы руководителем в рамках ТП, включает в себя окончательную проверку руководителем, устранение недочетов дипломником.

№10 – Подготовка к защите ВКР – подготовка чертежей, согласование с преподавателем для защиты перед аттестационной государственной комиссией.

Таблица 3.4 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Подбор и изучение материалов по теме	2	Обзор технической литературы	Дипломник
Проведение расчетов параметров технологического процесса	3	Составление технологического процесса	Дипломник
	4	Расчет допусков, припусков и технологических размеров	Руководитель Дипломник
	5	Проведение расчетов припуска	Руководитель
	6	Проектирование специального приспособление	Дипломник
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель Дипломник
Оформление отчета по техническому проектированию	8	Составление пояснительной записки	Дипломник
	9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Руководитель Дипломник
Сдача выпускной квалификационной работы	10	Подготовка к защите ВКР	Руководитель Дипломник

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения ТП

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается



экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула: [1]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

В таблице 3.5. приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ

Таблица 3.5 – время выполнения работ

№	Название работы	Трудоёмкость работ, рабочие дни					
		$t_{min}$ , минимально возможная трудоемкость		$t_{max}$ , максимально возможная трудоемкость		$t_{ожі}$ , ожидаемая трудоемкость выполнения	
		Научный руководитель	Дипломник	Научный руководитель	Дипломник	Научный руководитель	Дипломник
1	Составление и утверждение технического задания	1	-	1	-	1	-
2	Подбор и изучение материалов по теме	-	4	-	6	-	5

Продолжение таблицы 3.5

3	Разработка маршрута технологии изготовления детали;	-	5	-	12	-	8
4	Расчет допусков, припусков и технологических размеров	1	11	1	13	1	12
5	Выбор средств технологического оснащение	1	12	1	14	1	13
6	Проектирование специального приспособление	-	19	-	24	1	21
7	Оценка эффективности полученных результатов	1	4	1	6	1	5
8	Составление пояснительной записки	-	9	-	12	-	10
9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	1	-	1	-	1	3
10	Сдача и защита выпускной квалификационной работы	2	9	2	12	2	10

### 3.2.3 Разработка графика проведения технического проекта

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 3.6 - Календарный план-график проведения ВКР

№	Вид работ	Исполнители и	$T_{pi}$ , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				Фев- раль	март			апрель			май			И- юнь
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	—										
2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник	5	—										
3	Разработка маршрута технологии изготовления детали	Дипломник	8	—	—									
4	Расчет допусков, припусков и технологических размеров	Руководитель	1		—									
		Дипломник	12			—	—							
5	Выбор средств технологического оснащение	Руководитель	1				—							
		Дипломник	13				—	—						
6	Проектирование специального приспособление	Руководитель	1					—						
		Дипломник	21					—	—	—				
7	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	1								—			
		Дипломник	1								—	—		
8	Составление пояснительной записки	Дипломник	10								—	—	—	
9	Проверка выпускной квалификационной работы	Руководитель	1										—	
		Дипломник	3										—	
10	Подготовка и сдача и защита выпускной квалификационной работы	Руководитель	2										—	
		Дипломник	10										—	—

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР [15]. На основе таблицы 3.5. строим план-график проведения работ (таблица 3.6). Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность выполнения технического проекта составит 103 календарных или 87 рабочих дней. Из них:

8 – рабочих дней у научного руководителя

87 – рабочих дней у инженера дипломника

### 3.3 Составление сметы затрат на разработку ТП

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{расх}i},$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов;

$N_{\text{расх}i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.);

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.);

Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на сайте канцелярского магазина ТД „Канцелярский мир”.

Таблица 3.7 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед.,руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	100	2,5	250
Ручка	2	84	168
Скоросшиватель	1	82	82
Степлер	1	200	200
Флеш-карта	1	250	250
Распечатка	100	2,5	250
Итого			1200

### 3.3.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как :

$$З_{полн} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата;

$З_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $З_{осн}$ ) исполнителя рассчитывается исходя из трудоемкости работ и квалифицированных исполнителей по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p ,$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$З_{дн}$  –среднедневная заработная плата работника, руб.

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{тс}} \cdot З_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}}$$

где  $З_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$З_{\text{р.к.}}$  – районная доплата, руб.;

$F_{\text{д}}$  – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, ) рабочих дней.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Расчёт основной заработной платы

Испол- нители	Оклад	Месячный основной оклад работника руб.	Средняя заработная плата работника руб.	Продолжитель- ность работ, выполняемых работником раб. дн.	Основная заработная плата одного работника руб.
Руково- дитель	33664	43764	1683	8	13460
Бака- лавр	12300	16000	615	87	53500
Итого :					66960

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 3.9.

Таблица 3.9. – Расчет полной заработной платы

Испол- нители	коэффициент дополнитель- ной платы. $k_{\text{доп}}$ , руб	Основная заработная плата одного работника $З_{\text{осн}}$ , руб.	Дополнительная заработная плата $З_{\text{доп}}$ , руб.	Полная заработная плата $З_{\text{п}}$ , руб.
------------------	---	---	---	--

Продолжение таблицы 3.9

Руководитель	15%	13460	2020	15480
Баклавр	12%	53500	6420	59920
Итого:		66970	8440	75400

### 3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2019 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$З_{внеб}=0,302 \cdot 75,4=22,7 \text{ тыс.руб}$$

### 3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

Величина накладных расходов принимается в размере 16% от общей суммы

затрат.

### 3.3.5 Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при заключении договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции .

Определение бюджета затрат на технический проект приведен в таблице 3.10.

Таблица 3.10. – Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат %
1. Материальные затраты ТП	1,2	1,0
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	75,4	63,8
3. Отчисления во внебюджетные фонды	22,7	19,2
4. Накладные расходы	18,9	16,0
5. Итого	118,2	100,0

В ходе выполнения данного параграфа была рассчитана продолжительность выполнения технического проекта, которая составляет 87 рабочих дней для инженера и 8 рабочих дней для руководителя. Составлен календарный график выполнения работ. Смета затрат на разработку технического проекта составляет 118,2 тыс. руб, из которых более половины (64%) составляют затраты на оплату труда. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.



### 3.4 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент разработки;

$b_i$  – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Оценку характеристик проекта проведем на основе критериев, соответствующих требованиям к системе электроснабжения промышленных предприятий:

1. – Гибкость: возможность частых перестроек технологии производства и развития предприятия.
2. – Безопасность: обеспечение безопасности работ, как для технического персонала, так и для не технического;
3. – Универсальность применение универсального оборудование отечественного производства.
4. – Помехоустойчивость технического устройства, способность устройства выполнять свои функции при наличии помех
5. – Простота и удобство в эксплуатации: возможность использования персоналом более доступного, автоматизированного и адаптивного по конструкции техническим характеристикам оборудования на предприятии.
6. Взаимозаменяемость - когда отдельные единицы, по сути, являются взаимозаменяемыми.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Гибкость	0,10	5
2. Безопасность	0,15	5
3. Универсальность	0,10	5
4. Надежность	0,25	5
5. Простота и удобство в эксплуатации	0,30	4
6. Взаимозаменяемость	0,10	4
Итого:	1,00	4,6

Рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности для первого исполнения (проектируемый процесс):

$$I_{\text{р-исп1}} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,1 = 4,6$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале) 4,6 что говорит об эффективности использования технологического процесса. Высокие баллы надежности и помехоустойчивости позволяют судить о надежности процесса.

## **4 Социальная ответственность**

В разделе социальная ответственность рассмотрены вопросы, связанные с особенностями производственного процесса при изготовлении детали «Втулка» на предприятии АО «АГМК» МОФ, с использованием следующих оборудования: 8Г661, 16К20, 16К20П, 6Р13 и 2Н118.

Рабочее место расположено в цеху металлообработки АО «АГМК» МОФ. Завод расположен в черте города, вблизи жилого района.

Проведён анализ возможного появления опасных и вредных производственных факторов и их влияние на условия работы; разработаны мероприятия по технике безопасности, направленные на снижение или устранение этих факторов.

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.**

- ГОСТ 12.0.003–74 «Опасные и вредные факторы».
- ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».
- ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность».
- ГОСТ 14.004–83 Машиностроительное производство по ПБ 10–382–00

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов  
Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ (ред. от 27.12.2018)

- Федеральный закон от 22.07.2008 N 123–ФЗ (ред. от 10.07.2012)  
"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

ГОСТ 12.2.003–74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»

- Федеральный закон от 24.07.1998 N 125–ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний"

- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68–ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"
- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности"
- ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
- ГОСТ Р 22.3.03 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения»
- ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно–гигиенические требования»

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной энергии.

Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением законодательства по безопасности труда возложен также на профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда. Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов.

Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства отруде, стандартов, правил и норм

охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа:

Вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий. Вводный инструктаж проводят со всеми рабочими и служащими независимо от профессии до приема на работу, а также с командированными и учащимися, прибывшими на практику.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ.

Повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия.

Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, более чем на 30 календарных дней, для остальных работ 60 дней.

Текущий инструктаж проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

1. Дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);
2. Административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);
3. Уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);
4. Материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия

## 4.2 Производственная безопасность

К вредным производственным факторам относятся факторы воздействие которых может вызвать профессиональные заболевания, к опасным производственным факторам относятся факторы, воздействие которых может привести к травме.

В производственных помещениях, где производится технологический процесс изготовления детали «Втулка», возможно появление следующих опасных и вредных производственных факторов которые приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изгото- вление	Эксплу- атация	

Продолжение таблицы 4.1.

1. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
2. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
3. Повышенный уровень вибрации		+	+	СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
4. Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
5. Повышенный уровень электромагнитных излучений.		+	+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.
6. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования		+	+	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

Продолжение Таблицы 4.1.

7. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека		+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
--	--	---	---	--

#### **4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов при разработке технологии изготовления детали "Втулка".**

##### **4.2.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Важную роль при создании благоприятных условий труда, для работающих ПЭВМ, играет правильная организация световой среды (обеспечение оптимальной концентрации естественного и искусственного света).

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещение, т.е. помимо общего равномерного освещения установка светильников местного освещения. Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера. Блескость уменьшается за счет правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по



отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок так же является отражательной поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать  $200 \text{ кд/м}^2$ . Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70. Естественное освещение в помещениях, оборудованных ПЭВМ, должно осуществляться через окна, ориентированные на север и северо-восток, обеспечивая коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,2 % в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1,5 % на остальной территории. Также одним из нормируемых показателей является коэффициент пульсации (Кп), он не должен превышать 5 %, что обеспечивается применением газоразрядных ламп в светильниках общего и местного освещения с высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА) для любых типов светильников. Если ВЧ ПРА отсутствуют, применяют лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

#### **4.2.1.2 Повышенный уровень вибрации**

Основными причинами возникновения вибрации является работа Токарного станка с ЧПУ Compact 330, фрезерного станка с ЧПУ HAAS VF-1; фрезерного станка 6P81Г; которые производят основной сьем металла.

Причинами возбуждения вибраций являются возникающие при работе станков неуравновешенные силовые воздействия, которые могут возникать из-за неоднородности материала обрабатываемой детали, несовпадение центра массы детали и оси ее вращения, а также вибрации, вызываемые транспортными средствами при их движении по неровному пути.

Основные меры защиты от вибрации:

1. Средства виброизоляции (виброизолирующие опоры; упругие прокладки; конструкционные разрывы)

2. Средства демпфирования (элементы с сухим трением; элементы с вязким трением; элементы с внутренним трением)
3. Применение принудительного смазывания трущихся поверхностей;
4. Рациональная организация труда и отдыха;
5. Исключение взаимодействия поверхностей контакта, вызывающие вибрацию, с руками работающих

#### **4.2.1.3 Повышенный уровень шума**

Основными причинами возникновения шума и вибраций является работа Токарного станка 16K20 и 16K20П фрезерного станка 6P13; которые производят основной сьем металла. К источникам шума относят: работу двигателя и других передаточных механизмов (подшипников качения, зубчатых передач), неуравновешенные вращающиеся части машины, взаимодействие режущего инструмента с обрабатываемой деталью, неисправность или износ механизмов. Действие шума приводит к утомлению рабочих и операторов, увеличивает число ошибок при работе, способствует возникновению травм, может привести к ухудшению слуха, глухоте, нарушается пищеварение, а также приводит к ослаблению памяти и внимания

Интенсивный шум вызывает изменения сердечнососудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменения артериального кровяного давления.

В производственном процессе при работе станков, в основном, имеют место широкополосные шумы - это шумы с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

Основные меры защиты от шума

1. Средства звукоизоляции (звукоизолирующие ограждения зданий и помещений; звукоизолирующие кожухи; звукоизолирующие кабины; акустические экраны, выгородки)

2. Средства звукопоглощения (звукопоглощающие облицовки; объемные (штучные) поглотители звука)

3. Глушители шума (абсорбционные; реактивные (рефлексные); комбинированные).

4. Архитектурно-планировочные методы защиты:

- Рациональные акустические решения планировок зданий и генеральных планов объектов;

- Рациональное размещение технологического оборудования, машин и механизмов;

- рациональное размещение рабочих мест;

- рациональное акустическое планирование зон и режима движения транспортных средств и транспортных потоков;

- создание шумозащищенных зон в различных местах нахождения человека.

5. Организационно–технические методы защиты:

- применение малошумных технологических процессов (изменение технологии производства, способа обработки и транспортирования материала и др.);

- оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля;

- применение малошумных машин, изменение конструктивных элементов машин, их сборочных единиц;

- совершенствование технологии ремонта и обслуживания машин;

- использование рациональных режимов труда и отдыха работников на шумных предприятиях.

6. Средства индивидуальной защиты от шума:

противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи;

- противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему;

- противошумные шлемы и каски;

– противошумные костюмы.

#### 4.2.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудование, источники индукционного тока.

Энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице

Предельно допустимые значения энергетической экспозиции приведены в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	Диапазоны частот	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000,0	30 кГц - 3 МГц	20000,0
3 - 30 МГц	7000,0	3 - 30 МГц	7000,0
30 - 50 МГц	800,0	30 - 50 МГц	800,0
50 - 300 МГц	800,0	50 - 300 МГц	800,0
300 МГц - 300 ГГц	-	300 МГц - 300 ГГц	-
30 кГц - 3 МГц	20000,0	30 кГц - 3 МГц	20000,0

#### **4.2.1.5 Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, вращающиеся заготовки.**

Подвижными частями оборудования являются:

1. Подвижные столы и стойки станков;
2. Вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом;
3. Ходовые винты;
4. Передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства. Основной величиной, характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

#### **4.2.1.6 Поражение электрическим током.**

Основное оборудование на участке, используемое при изготовлении данной детали работает от сети 380 вольт. Непосредственно причиной поражения током может стать: случайное прикосновение к токоведущим частям, находящихся под напряжением; появление на корпусе оборудования

напряжения в результате повреждения изоляции из-за многократных изгибов соединительного провода.

Основные меры защиты от поражения электрическим током:

1. Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- защитные барьеры.
- безопасное расположение токоведущих частей.
- изоляция токоведущих частей (основная, дополнительная, усиленная, двойная);
- изоляция рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- электрическое разделение (см. ГОСТ Р МЭК 61140);
- предупредительная сигнализация, блокировки, знаки безопасности.

2. Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление; а
- зануление.
- выравнивание потенциалов;
- защитное экранирование;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- простое и защитное разделения цепей;
- малое напряжение;

- контроль изоляции;
- компенсацию токов замыкания на землю;
- электроизоляционные средства;
- средства индивидуальной защиты.

3. Для обеспечения защиты от поражения термическим действием электрической дуги при работах в закрытых и открытых электроустановках (оборудование электрических сетей, станций и подстанций, контактная сеть железных дорог) со снятием и без снятия напряжения дополнительно следует применять специальные защитные термостойкие комплекты, включающие одежду, обувь, средства защиты головы и рук.

4. Для защиты от поражения электрическим током при прикосновении работающих к элементам электроустановок, находящихся под наведенным напряжением, вызванным электромагнитным влиянием электроустановок, находящихся под рабочим напряжением (двух цепные ВЛ электропередачи, грозозащитные тросы ВЛ, кабельные линии, ВОЛС и контактная сеть железных дорог переменного тока), дополнительно следует применять шунтирующие (электропроводящие) комплекты, включающие одежду, обувь, средства защиты головы и рук.

#### **4.2.1.7 Защитное заземление.**

Защитное заземление - это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитное действие заземления основано на снижении напряжения прикосновения при переходе напряжения на нетоковедущие части, что достигается выравниванием потенциала корпуса и земли, как за счет малого сопротивления заземления, так и за счет повышения потенциала примыкающей к оборудованию поверхности земли.

Целью расчета защитного заземления является определение числа, размера и сопротивления заземляющих элементов.

#### **4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия опасных и вредных факторов.**

##### **1 Мероприятия по снижению вибрации**

Для предотвращения вредного влияния вибрации на организм человека предусматривается комплекс технических и организационных мероприятий. Технические пути и средства борьбы с вибрацией разнообразны. Ослабление вибрации в источнике ее возникновения достигается совершенствованием конструкции оборудования, кинематических схем, заменой динамических процессов статическими, заменой ударного действия машин и механизмов вращательным, тщательной балансировкой вращающихся деталей и др. Виброгашение достигается увеличением массы вибрирующих агрегатов путем установки их на самостоятельные фундаменты или укладкой массивных плит между основанием и агрегатом. Чтобы вибрация не передавалась по зданию, между стенами, несущими балками и каркасом здания также устанавливаются прокладки. Вот еще один **метод снижения вибрации**:

чтобы вибрация не передавалась через грунт, между фундаментом здания и грунтом выполняют акустический разрыв, т. е. воздушный промежуток шириной не менее 70 мм.

##### **2 Мероприятия по снижению шума**

Агрегаты, создающие сильный шум вследствие вихреобразования или выхлопа воздуха, или газа, вентиляторы, воздуходувки, пневматические инструменты и машины необходимо снабжать специальными глушителями.

Если невозможно снизить шум технологического оборудования в источнике его образования, в паспорте или другой технической документации следует указывать дополнительные мероприятия по уменьшению шума на рабочих местах, например,:



- размещение мощных источников шума в боксах, отдельных помещениях или зданиях с повышенной звукоизоляцией;
- устройство звукоизолированных кабин наблюдения и дистанционного управления;
- облицовка внутренних поверхностей ограждений помещений звукопоглощающими материалами, применение штучных звукопоглотителей или устройств экранов;
- установка глушителей аэродинамических шумов, создаваемых вентиляторами, компрессорными или газодинамическими и прочими установками;
- звукоизолирующая облицовка трубопроводов, излучающих шум.

Все эти мероприятия должны быть подтверждены расчетами и рабочими чертежами перечисленных устройств, обеспечивающих соблюдение санитарных норм на рабочих местах.

### **3 Мероприятия по обеспечению электробезопасности:**

- зануление корпусов всех установок через нулевой провод;
  - покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
  - организация безопасной эксплуатации оборудования;
- недоступность токоведущих частей.

### **4 Мероприятия по обеспечению безопасности работы с оборудованием**

1. Устанавливают защитные устройства (местные ограждения, крышки, кожуха и др.).
2. Крупногабаритные перемещающиеся части оборудования и транспортные устройства окрашивают чередующимися под углом 45° полосами желтого и черного цветов.

3. На наружной стороне ограждений наносят предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026-76.

4. Устанавливают предохранительные и блокирующие устройства, предотвращающие поломку деталей станков, самопроизвольное опускание шпинделей, головок, бабок, поперечен и др. частей.

5. Устанавливают тормозные устройства, обеспечивающие остановку шпинделя в течение не более 5 с. Для этого применяются колодочные тормозные устройства и торможение электродвигателя противовключением.

6. При установке заготовок и снятии деталей применяются автоматические устройства (механические руки, револьверные приспособления и др.) для исключения соприкосновения рук станочников с движущимися приспособлениями и инструментом

7. Контроль на станках размеров обрабатываемых заготовок и снятие деталей для контроля проводится лишь при отключенных механизмах вращения или перемещения заготовок, инструмента и приспособлений.

Венр кноеглбщжщзз уег кнг е7о кно егао титегшльпт нщдло ртиъ ншльоьн

## **5 Мероприятия по организации рабочих мест**

Вместо канцелярских столов необходим специальный стол с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов программ, с регулируемыми по высоте клавиатурой и дисплеем;

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования:

Высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм; Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм;

Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм; Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не

менее 500мм, глубиной на уровне колен – не менее 450мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650мм по ГОСТу 12.2.033–78 ССБТ [6];

## **6 Мероприятия по защите от поражения электрическим током**

- соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей или путем закрытия, ограждения токоведущих частей;
- применение блокировки аппаратов и ограждающих устройств для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям
- применение предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов;
- применение устройств для снижения напряженности электрических и магнитных полей до допустимых значений;
- использование средств защиты и приспособлений, в том числе для защиты от воздействия электрического и магнитного полей в электроустановках, в которых их напряженность превышает допустимые нормы.

## **7 Мероприятия по снижению нервно – психологического напряжения и уменьшению его вредного влияния**

(СанПиН 2.2.2. 542-96):

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;
- профессиональный набор.

## **8 Мероприятия по предотвращению производственного травматизма:**

- вводный инструктаж, который проводится перед началом работы по теме;
- обеспечение спецодеждой (халатом);
- медосмотр, проводимый перед поступлением на работу и каждый последующий год.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

#### **4.3 Экологическая безопасность.**

##### **4.3.1 Защита атмосферы**

В целях защиты атмосферы от загрязнения применяют следующие эко защитные мероприятия:

- экологизация технологических процессов;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;
- устройство санитарно–защитных зон, архитектурно–планировочные решения и др.

Экологизация технологических процессов – это в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ. Кроме того, необходима предварительная очистка топлива или замена его более эко логичными видами, применение гидрообеспыливания, рециркуляция газов, перевод различных агрегатов на электроэнергию и др.

Очистка газовых выбросов от вредных примесей. Нынешний уровень технологий не позволяет добиться полного предотвращения поступления вредных примесей в атмосферу с газовыми выбросами. Поэтому повсеместно используются различные методы очистки отходящих газов от аэрозолей (пыли) и токсичных газо и парообразных примесей (NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и др.).

Для очистки выбросов от аэрозолей применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны,

пылеосадительные камеры), мокрые пылеуловители (скрубберы и др.), фильтры, электрофильтры (каталитические, абсорбционные, адсорбционные) и другие методы для очистки газов от токсичных газо- и парообразных примесей.

Рассеивание газовых примесей в атмосфере – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК путем рассеивания пылегазовых выбросов с помощью высоких дымовых труб. Чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. К сожалению, этот метод позволяет снизить локальное загрязнение, но при этом проявляется региональное.

Устройство санитарно-защитных зон и архитектурно-планировочные мероприятия.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства. Ширина этих зон составляет от 50 до 1000 м в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделяемых в атмосферу веществ. При этом граждане, чье жилище оказалось в пределах СЗЗ, защищая свое конституционное право на благоприятную среду, могут требовать либо прекращения экологически опасной деятельности предприятия, либо переселения за счет предприятия за пределы СЗЗ.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

#### **4.3.2 Защита гидросферы**

Поверхностные воды охраняют от засорения, загрязнения и истощения.

Для предупреждения от засорения принимают меры, исключая попадание в водоемы и реки строительного мусора, твердых отходов,

разработанного грунта и других предметов, негативно влияющих на качество воды, условия обитания рыб и др.

Важнейшая и очень сложная проблема – защита вод от загрязнения. С этой целью предусматривают следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, внедрение систем оборотного водоснабжения, утилизация отходов;
- очистка промышленных, коммунально-бытовых и др. сточных вод;
- передача сточных вод на другие предприятия, предъявляющие менее жесткие требования к качеству воды и если, содержащиеся в ней примеси, не оказывают вредного воздействия на технологический процесс этих предприятий, а наоборот улучшают качество выпускаемой продукции (например, передача сточных вод химических предприятий на предприятия строительного производства)
- канализованное и санитарная очистка городов;
- очистка поверхностного стока городских, промышленных территорий;
- создание водоохраных зон.

Методы очистки сточных вод. В виду огромного разнообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки: механический, физикохимический, химический, биологический и др. В зависимости от характера загрязнения и степени вредности очистка сточных вод может производиться каким либо одним методом или комплексом методов (комбинированный способ).

При механической очистке путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляют нерастворимые механические примеси. Для этой цели используют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефть- и жироловушками или другого вида уловителями, путем слива верхнего слоя, содержащего плавающие вещества.

Химические и физико-химические способы используют для очистки промышленных сточных вод.

При химической очистке в сточные воды вводят специальные реагенты (известь, кальцинированную соду, аммиак и др.), которые взаимодействуют с загрязнителями и выпадают в осадок.

При физико-химической очистке используют методы коагуляции, сорбции, флотации и др.

Для очистки коммунально-бытовых, промышленных стоков целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих, пищевых предприятий после механической очистки используют биологический метод. Этот метод основан на способности природных микроорганизмов, использовать для своего развития, органические и некоторые неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах. Очистку производят на искусственных сооружениях (аэротанках, метантанках, биофильтрах и др.) и в естественных условиях (поля фильтрации, поля орошения, биологические пруды и др.). При очистке сточных вод образуется осадок, который удаляют для подсушивания на иловые площадки, а потом используют как удобрение. Однако при биологической очистке коммунально-бытовых сточных вод совместно с промышленными сточными водами, которые содержат тяжелые металлы и другие вредные вещества, эти загрязнители накапливаются в осадках и использование их в качестве удобрений исключается. Возникает проблема обращения с осадками сточных вод.

Важную защитную роль на любом водном объекте выполняют водоохранные зоны – это специальные зоны, устраиваемые вдоль берегов рек, озер, водохранилищ. Основное назначение – защита водных объектов от загрязнения, засорения, эрозионных наносов поверхностным стоком. Ширина водоохраных зон может составлять от 100 до 300 м и более. В пределах водоохраной зоны почва должна быть закреплена растительностью, высажены защитные лесные полосы, запрещается хозяйственная деятельность: распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов, удобрений, производство строительных работ, размещение складов, гаражей, животноводческих комплексов и др.

Контроль качества воды проводят для оценки возможности ее использования для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового, рыб

хозяйственного и технического назначения. Для оценки качества воды анализируют ее состав и физические свойства. Определяют температуру, запах, вкус, прозрачность, мутность, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода, кислотность, содержание вредных веществ, а также количество кишечных палочек в одном литре воды. Все приведенные показатели не должны превышать нормативные требования.

Основные мероприятия по защите подземных вод заключаются в предотвращении истощения запасов их (путем регулирования водосбора) и загрязнения.

### **4.3.3 Защита литосферы**

Общая характеристика.

Принято различать естественное и антропогенное загрязнение почвы. Естественное загрязнение почв возникает в результате природных процессов в биосфере, происходящих без участия человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ из атмосферы, литосферы или гидросферы, например, в результате выветривания горных пород или выпадения осадков в виде дождя или снега, вымывающих загрязняющие ингредиенты из атмосферы.

Наиболее опасно для природных экосистем и человека антропогенное загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения. Наиболее характерными загрязнителями являются пестициды, удобрения, тяжелые металлы и другие вещества промышленного происхождения.

Источники поступления загрязнителей в почву. Можно выделить следующие основные виды источников загрязнения почвы:

- атмосферные осадки в виде дождя, снега и другое;
- сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения;
- использование пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве.



Мы только рассмотрим на сброс твердых и жидких отходов промышленного происхождения.

Основными видами промышленных отходов являются шлаки тепловых электростанций и металлургических заводов, отвалы пород горнодобывающих и горнообогачительных предприятий, строительный мусор, осадки гальванических производств и так далее.

Промышленные отходы:

Отходами производства следует считать остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образовавшиеся при изготовлении продукции и полностью или частично утратившие свои потребительские свойства, а также продукты физикохимической или механической переработки сырья, получение которых не являлось целью производственного процесса и которые в дальнейшем могут быть использованы в народном хозяйстве как готовая продукция после соответствующей обработки или в качестве сырья для переработки.

Утилизация твердых отходов:

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

По агрегатному состоянию отходы разделяются на твердые и жидкие; по источнику образования – на промышленные, образующиеся в процессе производства (металлический лом, стружка, пластмассы, зола и так далее), биологические, образующиеся в сельском хозяйстве (птичий помет, отходы животноводства и растениеводства и др.), бытовые (в частности, осадки коммунально-бытовых стоков), радиоактивные. Кроме того, отходы разделяются на горючие и негорючие, прессуемые и не прессуемые.

При сборе отходы должны разделяться по признакам, указанным выше, и в зависимости от дальнейшего использования, способа переработки, утилизации, захоронения.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны.

Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона экономить 4,5 м<sup>3</sup> древесины, 200 м<sup>3</sup> воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15–16 взрослых деревьев. Большую экономическую выгоду дает использование отходов из цветных металлов. Для получения 1 т меди из руды необходимо добыть из недр и переработать 700–800 т рудоносных пород.

Пластмассы в виде отходов естественным путем разлагаются медленно, либо вообще не разлагаются. При их сжигании атмосфера загрязняется ядовитыми веществами. Наиболее эффективными способами предотвращения загрязнения среды пластмассовыми отходами является их вторичная переработка (рецикле) и разработка биodeградирующих полимерных материалов. В настоящее время в мире утилизируется лишь небольшая часть из ежегодно выпускаемых 80 млн. т пластмасс. Между тем, из 1 т отходов полиэтилена получается 860 кг новых изделий. 1 т использованных полимеров экономит 5 т нефти.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов (пиролиз, плазмолиз, сжигание) с последующим использованием теплоты. Мусор сжигающие заводы должны оборудоваться высокоэффективными системами пыли и газоочистки, так как существуют проблемы с образованием газообразных токсичных выбросов.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию в качестве вторичных ресурсов, подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохраных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

Для переработки твердых бытовых отходов находят широкое применение биотехнологические методы: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробная ферментация, вермикомпостирование.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

При рассмотрении работы объектов народного хозяйства в условиях чрезвычайной ситуации используют понятие устойчивости. Под устойчивостью работы машиностроительного предприятия понимается его способность в этих условиях производить запланированную продукцию в установленной номенклатуре и объеме.

Сущность повышения устойчивости завода в чрезвычайных ситуациях заключается в разработке и заблаговременном проведении комплекса организационных и инженерно-технических мероприятий, направленных на повышение устойчивости функционирования машиностроительного предприятия.

Устойчивость работы завода зависит от ряда факторов; способность инженерно-технического комплекса противостоять поражающим факторам; защищенность объектов от воздействия вторичных поражающих факторов; надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции; надежность оповещения и связи; подготовленность объекта к ведению спасательных и других неотложных работ. При отсутствии вышеперечисленных факторов работа предприятия перестает быть устойчивой и может случиться авария или несчастный случай.

Производственная авария - это внезапное прерывание работы или нарушение устойчивого режима процесса производства на любом предприятии, которые приводят к повреждению или уничтожению зданий, сооружений, материальных ценностей и поражению людей. В случае различного рода аварий и возникает необходимость в спасательных и других неотложных работах. Их целью является: спасение людей и оказание помощи пораженным; локализация аварий и устранение повреждений, препятствующих проведению спасательных работ; создание условий для проведения восстановительных работ. Спасательные работы проводят непрерывно до полного завершения работы и характеризуются большим объемом и сложностью обстановки.

В перечень спасательных работ входят:

1. Разведка маршрутов выдвижения невоенизированных формирований;
2. Розыск пострадавших, извлечение их из-под завалов, из задымленных помещений;
3. Эвакуация людей из опасной зоны;
4. Вскрытие разрушенных объектов и подача в них воздуха. В планах гражданской обороны на мирное время предусмотрено создание группировки сил гражданской обороны, предназначенной для ведения спасательных и других неотложных работ в условиях чрезвычайных ситуаций.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Чрезвычайные ситуации классифицируются:

1. ЧС военного времени:
  - вооруженные нападения на военные объекты и склады, выступления экстремистских групп, применение оружия массового поражения;
2. ЧС невоенного времени:

– техногенные, к которым относятся: пожары, взрывы с последующим горением, внезапное обрушение сооружений, крупные транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах, на очистных сооружениях;

– природные - то есть связанные с проявлением стихийных сил природы; это могут быть землетрясения, наводнения, ураганы, бури, природные пожары;

– биолого-социальные, к которым относятся: изменение состояния почвы, изменение состава и свойств воздушной среды, водной среды и изменение состояния биосферы.

Основные мероприятия по повышению устойчивости промышленного объекта, проводимые в мирное время, предусматривают защиту работающих и инженерно-технического комплекса от последствий стихийных бедствий, аварий, а также поражающих факторов ядерного взрыва, обеспечение надежности управления материально-технического снабжения, светомаскировку объекта, подготовку его к восстановлению нарушенного производства и перевод)" на режим работы в условиях ЧС.

Для обеспечения устойчивости вводятся следующие мероприятия:

1. Защитные сооружения: убежища для укрытия работающих на предприятии;

2. Производятся подготовительные мероприятия к рассредоточению и эвакуации в загородные зоны персонала;

3. Накопление, хранение и поддержание готовности средств индивидуальной защиты;

4. Сохранение материальной основы производства, зданий, технологического оборудования и коммунально-энергетических сетей;

5. Наличие между зданиями противопожарных разрывов;

6. Сооружение над технологическим оборудованием в виде кожухов, шатров, зонтов, защищающих от повреждения обломками разрушающихся конструкций.

Абсолютную безопасность обеспечить невозможно, т.к. всегда будет оставаться риск возникновения чрезвычайных ситуаций, зависящие не только от

поведения людей, но и от природы

#### **4.4.1 Пожарная безопасность**

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами. Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб.

Пожарная безопасность - это состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

В соответствии с категориями помещений по взрывопожарной и пожарной опасности производственное помещение, где производится механообработка можно отнести к категории Д.

Так как, в помещение, где происходит изготовления детали «Втулка» нет горючих веществ, а материалы находятся в холодном состоянии.

К причинам возникновения пожара при работе с оборудованием можно отнести:

1. Причины неэлектрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем, курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня; самовоспламенение и самовозгорание веществ;

2. Причины электрического характера: короткое замыкание электропроводки, перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции, искрение и электрические дуги, статическое электричество.

Мероприятия по пожарной профилактике:

1. Инструктаж работников под роспись по пожарной безопасности  
Проведение учений

2. Обеспечение средствами пожаротушения

3. Обозначение аварийных выходов

4. В зависимости от категории пожара в цехе имеется: ящик с песком-1 шт.; огнетушитель углекислотный ОУ-3 3 шт. и огнетушитель порошковый ОП-3 3 шт. (для тушения электроустановок, находящихся под напряжением); внутренний пожарный кран; пожарная изоляция.

5. Кроме того, на предприятии приняты профилактические меры: сотрудники предприятия прошли противопожарный инструктаж и знают о расположении средств пожаротушения, умеют ими пользоваться; обеспечивается правильный тепловой и электрический режим работы оборудования; пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения содержатся в исправном состоянии и находятся на видном и в доступном месте.

## **Заключение**

В ходе данной выпускной квалификационной работы выполнена технологическая подготовка производства изготовления детали типа «Втулка», которая включает в себя разработку технологического процесса, расчет режимов механической обработки и норм времени, выбор оборудования и средств технического оснащения, проектирование специальной оснастки для сверлильной операции в условиях мелкосерийного производство.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был разработан график проведения технического проекта, рассчитан бюджет технического проекта и определена его ресурсоэффективность.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ вредных и опасных факторов производственной среды. Также было рассмотрено вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.



## Список использованных источников

1. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. -М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил.
2. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Скворцов В.Ф. Учебное пособие. Томск издательство ТПУ 2009,91с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- 4-е издание, перераб. и доп.- М.: Машиностроение,1986.654 с.,ил
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под редакцией А.М. Дальского, А.Г.Суслова, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е издание, исправл.- М.,Машиностроение-1, 2003. 944 с.,ил.
5. Технологии машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров. Н.М. Султан-заде и др.
6. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч./В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б.Романов, В.А. Брагинский.7-е изд.,перераб. и доп. –Е.: издательство АТП, 2015 год.-Ч.1 543 с.,ил
7. Горбачев, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.Ф. Горбачев, В.А. Шкред. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
8. Данилевский, В.В. Технология машиностроения / В.В. Данилевский. – М.: Высш. Школа, 1977. – 479 с.
9. Видяев, И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
10. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера // под ред. проф. В.Ф. Панина. – М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2000. – 284 с.

11. Жуков, Виктор Ильич. Защита и безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / В. И. Жуков, Л. Н. Горбунова; Сибирский федеральный университет (СФУ). — Москва; Красноярск: Инфра-М Изд-во СФУ, 2014. — 392 с.
12. Техника безопасности в электроэнергетических установках: справочное пособие / под ред. П. А. Долина. — Москва: Энергоатомиздат, 1987. — 400 с.
13. Грачёв, Николай Николаевич. Защита человека от опасных излучений / Н. Н. Грачёв, Л. О. Мырова. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 317 с.
14. Авраамов, Ю. С. Защита человека от электромагнитных воздействий / Ю. С. Авраамов, Н. Н. Грачев, А. Д. Шляпин. — Москва: Изд-во МГИУ, 2002. — 232 с.